6/
313 J

Die Naturlehre,

als kurzer Inbegriff

der Sternkunde, der Physik sammt Chemie

und

der Lehre von der Erdbildung.

Für Schulen und Familien.

Herausgegeben von dem Calwer Verlags-Verein.

Preise:

Bei unmittelbarer Bestellung in Calw und gegen Vorausbezahlung das Ex. roh 24 kr., 25 Ex. 8 fl. 45 kr.; im Buchhandel das Ex. 32 kr. oder 10 sgr. in Partieen 28 kr. oder 9 sgr.

Calw, in der Vereinsbuchhandlung.

Stuttgart, in Commission bei J. F. Steinkopf.

1847.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Uebersicht des Inhalts.

I. Die Sternkunde.

Seite

1. Das schnelle Fuhrwerk 1
2. Scheinbare und wirkliche Bewegung; scheinbare und wirkliche Größen 8
3. Die Entfernungen der Planeten von der Erde und von der Sonne 13
4. Die Umlaufszeiten der Weltkörper 17
5. Beobachtungen der Weltkörper durch das Fernrohr . 20
6. Genauere Bestimmung der Raumverhältnisse des Weltgebäudes mit Hülfe des Fernrohrs 24
7. Die Umdrehung der Weltkörper um ihre Axe . . 28
8. Die Oberflächen und Dunsthüllen der Sonne und der Planeten 30
9. Die Monde der Planeten 46
10. Der Erdenmond 50
11. Die Sonnen- und Mondfinsternisse 61
12. Die Kometen 66
13. Die Fixsterne 73
14. Die Sternbilder 81
15. Fixsterne mit periodischem Lichtwechsel 95
16. Die neuerscheinenden Sterne 100
17. Die eigene Bewegung der Fixsterne so wie unserer Sonne durch den Weltenraum 102
18. Die Doppelsterne 104
19. Die Sternhaufen und Lichtnebelgebilde des Himmels . 107
20. Allgemeine Bemerkungen über die Fixsternenwelt . . 110

II. Die Naturlehre.

Seite
1. Der Umfang dieses wissenschaftlichen Gebietes . . 111

A. Naturlehre im engern Sinne oder Physik.

2. Schwer und leicht 112
3. Zusammenhalt der Körper 116
4. Haltkraft und Triebkraft: Contraction und Expansion . 118
5. Die Federkraft oder Elastizität 120
6. Bewegung und Geschwindigkeit 124
7. Schall und Ton 125
8. Wärme und Licht 129
9. Das Wesen und Wirken des Lichtes als eins und als drei 133
10. Der polarische Gegensatz 135
11. Der Magnetismus 136
12. Die Electrizität im Allgemeinen 141
13. Genauere Betrachtung der elektrischen Erscheinungen . 147
14. Die Leiter und sogenannten Nichtleiter der Elektrizität . 149
15. Die Vorrichtungen zum Erzeugen und Ansammeln der Elektrizität 151
16. Die Gewitter 154
17. Der Galvanismus 158
18. Der Elektromagnetismus 161
19. Die Wärmeerzeugung durch Elektrizität . . . 168
20. Aeußere Formenänderung durch mechanische Gewalt . 173
21. Innere Formenänderung zunächst durch die Wärme . 177
22. Einfluß der Formenänderung auf Vermehrung und Verminderung der Wärme 187
23. Wärmecapacität und Wärmeleitung 193
24. Die strahlende Fortpflanzung der Wärme . . . 201
25. Die Strahlenbrechung, namentlich des Lichtes . . 202

B. Der Naturlehre zweiter Theil: die Scheidekunst oder Chemie.

26. Was die Chemie sei und leiste? 209
27. Die Elemente oder Grundstoffe der irdischen Körper . 210
28. Von dem Sauerstoffgas und von dem Verbrennen . 216

Seite
29. Das Stickstoffgas 225
30. Das Wasserstoffgas 230
31. Der Kohlenstoff 240
32. Das Chlor 250
33. Der Schwefel 256
34. Der Phosphor 261
35. Jod und Brom 263
36. Fluor, Selen und Boron 264
37. Der Kieselstoff oder das Silicium 266
38. Das vegetabilische Laugensalz oder gemeine Kali . 268
39. Das Mineralkali oder Natron 273
40. Der Kalk 281
41. Die Talkerde oder Bittererde 287
42. Die Thonerde 289
43. Baryt und Strontian 290
44. Die unbedeutenderen Laugensalze und Erden . . 292
45. Die eigentlichen Metalle der negativen Reihe . . 293
46. Die Metalle der positiven Reihe im Allgemeinen . . 297
47. Das Mangan oder Graubraunsteinerz 298
48. Das Eisen 300
49. Das Nickelmetall 305
50. Das Kobaltmetall 305
51. Zink und Kadmium 306
52. Zinn, Blei und Wismuth 309
53. Das Kupfer 312
54. Das Quecksilber 315
55. Das Silber 317
56. Das Platinametall 321
57. Das Gold 322
58. Die Ursachen so wie die Gesetze der chemischen Verbindungen 324
59. Der Zustand der Gestaltlosigkeit (Amorphismus) und der Gestaltung (Krystallisation) der Stoffe 335

III. Die Lehre von der Erdbildung: Geogonie und Geologie.

1. Eine Abkürzung des Raumes und der Zeit . . . 341
2. Die Aeonen der Erdkörperbildung 346

Seite
3. Forschungen und Vermuthungen des Menschen über das Innere seines Planeten 349
4. Die Wärme der Erdtiefe 351
5. Die Wirkung der vulkanischen Kräfte 355
6. Alles aus Dampf? 357
7. Vorläufige Bemerkungen über die Urgebirge . . 359
8. „ „ „ „ Flötzgebirge . . . 362
9. Die Ablagerungen der Kohle 364
10. Die Frühlingstage der Schöpfung 366
11. Die Zeiten von der Schöpfung des Menschen bis zur großen Fluth 372
12. Die Sündfluth und ihre nächste Folgezeit . . . 376

Bayerische Staatsbibliothek München

I. Die Sternkunde.

1. Das schnelle Fuhrwerk.

Der Mann, welcher zuerst den Einfall hatte, sich auf den Rücken eines Rosses zu schwingen, und auf diesem über Berg und Thal zu reiten, mag bei dem Gelingen seiner neuen Kunst keine geringe Freude empfunden haben. Dreimal so schnell als ein im Schritte wandelnder Mensch, welcher in jeder Sekunde 4 Fuß weit vorwärts kommt, gelangt ein Roß, das in gutem Trabe geht, von einem Ort zum andern, und wenn es sich in den galoppirenden Lauf eines Wettrennpferdes setzt, dann kann es jene Schnelligkeit noch um das Dreifache vermehren. In solcher Kraft und Schnelligkeit eines im Trabe laufenden Rosses konnte denn der Mensch seit Erfindung des Wagens ganz bequem das Land durchreisen, und ruhend auf dem Sitz seines Fuhrwerkes alle Genüsse der Wanderschaft, ohne ihre Beschwerden, sich verschaffen.

Immerhin jedoch mochte dem Fahrenden, wenn er den Vogel, schnell wie der Pfeil vom Bogen, über sich hinfliegen sah, der Wunsch einkommen, nicht nur so geschwind wie das trabende Roß, sondern wie die Taube, oder wie der Falke, der sie verfolgt, von Ost gegen West, von Norden gegen Süden ziehen zu können. Und wirklich hat der Mensch durch seine große Kunst schon ganz nahe die Erfüllung dieses Wunsches erreicht, denn es ist ihm bereits hin und wieder gelungen, mit seinen Dampfwägen auf guten Eisenbahnen in Zeit von einer Sekunde einen Raum von mehr denn 60 rheinischen Fußen zu durchmessen, in Zeit von 4 Minuten eine Stunde Weges zurückzulegen, was so ziemlich mit

der Schnelligkeit unserer Hänflinge und Stieglitze übereinkommen mag, wenn diese im Herbst über Berg und Thal ziehen, während freilich ein mäßig fliegender Falke in jeder Sekunde, der Berechnung nach, 71$^1/_3$ Fuß, ein Adler aber, wenn er Eile hat, mehr denn 95 Fuß weit durch die Lüfte fährt. Das ist nun freilich noch immer ein viel respektableres Fuhrwerk als unsere besten Dampfwägen, anderthalb mal so schnell und dabei viel sicherer als diese; zu einer Aussicht von oben her über Städte und Dörfer, Seen und Gebirge geeignet, wie sie unser künstliches, am Boden hin schwirrendes Fuhrwerk niemals gewähren kann.

Im Grunde genommen ist Jedem von uns täglich, ja in jedem Augenblick das Vergnügen beschieden, ungleich schneller noch als der Adler, schneller als die Kugel, die aus dem Feuergewehr hervorbricht, den Raum zu durchfliegen; wir genießen dieses Glück, ohne es zu wissen und zu bemerken, weil wir von der Geburt an daran gewohnt sind, und weil der Gang des Fuhrwerkes, darauf wir uns befinden, ein so gar gleichmäßig sanfter, stiller ist, daß man sein Dahinrollen auf der unvergleichbar vollkommen eingerichteten Bahn gar nicht fühlt noch ahnet.

Die Kaiserin Maria Theresia hatte einen Reisewagen, darin sie, wenn sie dieß wollte, sich zu Bette legen, und an einem schnell aufschlagbaren Tische speisen oder sonst sich beschäftigen konnte; und dergleichen, mit allen Bequemlichkeiten des Hauses versehene Reisewägen besitzen viele hohe Herrschaften. Das Fuhrwerk aber, welches ich vorhin meinte, ist doch noch viel vollkommener: da können der Bettler wie der Bürger, der Bauer und Fürst darauf liegen oder stehen, reiten und fahren. Jeder kann mit Haus, mit Hof und Feld, mit Weib, Kindern und Gesinde darauf seinen Platz nehmen, ohne für diese wunderherrliche Fuhrgelegenheit jemand Anderem einen Dank schuldig zu seyn als seinem Gott und Schöpfer, durch dessen Macht dieselbe bestehet.

Ich darf es wohl nicht erst sagen, was das für ein Fuhrwerk sey, auf dem wir Alle, wir mögen wachen oder schlafend im Bette liegen, die Reise durch die Welt machen; meine Leser wissen es schon, daß es die große, schöne Erde ist, welche wir bewohnen. Mehr denn 24,000 Mal schneller als ein Mann, der in gutem Schritte gehet, 1600 Mal geschwinder als der Dampfwagen, 1000 Mal denn der Adler, 100 Mal als die Flintenkugel des Jägers, die den Adler in seinem Flug ereilt, durchläuft die Erde den Weg ihrer Jahresbahn; wir sprechen kaum drei Worte zu unserem Freund oder Nachbar und sind indeß, ohne es gewahr zu werden, zehn Meilen weit durch den Weltenraum dahin gerückt worden; denn in jeder Minute legt unser Weltenfuhrwerk eine Strecke von nahe 250 Meilen zurück. So ist es auch hier, wie überall sonst, gerade das größeste, das erhabenste Wunder seiner Art, welches am wenigsten beachtet wird, weil es ein Wunder Dessen ist, in Dem wir beständig leben, weben und sind, ohne leider dieß so zu bedenken, wie wir es sollten.

Während wir so, stille ruhend, ohne ein Rütteln und Stoßen zu fühlen, wie etwa in einem Postwagen, oder ein Schnauben und Toben der Maschine zu hören, wie beim Dampfwagen, auf unsrem Planeten durch den Weltenraum fahren, genießt unser Auge eine Aussicht, mit welcher keine auf Erden zu vergleichen ist. Denn vom Gipfel, selbst unserer höchsten Berge, reicht die Aussicht über das ebene Land nur etwa 40 Meilen weit, während der nächste sichtbare Ort im Weltenraume, den wir auf unsrer Fahrt von der Erde aus erblicken, der nachbarliche Mond, gegen 52,000, die Planeten so wie die Sonne viele Millionen, die andern, gleich der Sonne leuchtenden Sterne viele Billionen, ja Quadrillionen Meilen von uns abgelegen sind. Und eher noch wäre es möglich, daß ein Mensch, welcher hoch in der Luft schwebend, wie der Adler, um die ganze Erde vom Sonnenaufgang bis zum Niedergang, vom äußersten

Norden bis zum Süden herumführe, alle Berge und Hügel, oder alle Ortschaften, ja alle einzelnen Häuser der Menschen, die auf Erden sind, nach ihrer Zahl abzuschätzen vermöchte, als daß wir alle die Welten zählen könnten, deren Schimmer aus den unermeßbaren Fernen des Sternenhimmels in unser Auge fällt.

Das Kind, wie jeder, gleich dem Kinde noch ununterrichtete Mensch, wird fragen, wie das zugehe, daß unser großes Weltenfuhrwerk, die Erde, so wie alle die andern Weltkörper des Sternenhimmels, nicht einmal wie der Vogel in der ihn tragenden Luft, sondern in der Leere des Raumes schweben, ohne von ihrer Bahn zu fallen und zu weichen, und wie es möglich sey daß die Menschen, die Steine, das Gewässer, wenn sie bei der täglichen Umdrehung der Erde bald einmal oben sind, bald seitswärts oder gar unten hängen, nicht heraus fallen aus dem Fuhrwerk. Dieses wird nur möglich durch eine Alles zusammenhaltende, Alles tragende Kraft, welche ihren Eigenschaften nach die wundervollste und geisterhafteste ist unter allen Naturkräften, die wir kennen, und welche Schwere genannt wird. Was und wie die Schwere an den einzelnen Körpern unsrer Erde wirke, das erfahren und wissen wir Alle; hier erscheint sie blos als eine zusammenhaltende Gewalt, welche jedes Stäubchen, das vom Boden aufstieg, wieder zu diesem herunterzieht, welche sich nichts entreissen lässet, das von der Erde genommen und gekommen ist, sondern mit zerschmetternder Gewalt die Körper, welche den festen Anhalt verloren, von der Höhe herabstürzen macht, in ihr Reich der Ruhe und des Todes. Denn wie den leblosen Keim, so zermalmt auch die Glieder des lebenden Menschen ein Fall vom Thurm oder Berg herab auf den Boden. Hier bei uns, im Reiche der einzelnen irdischen Körper, benimmt sich demnach die Schwere anscheinend nur hemmend und hindernd gegen jede vom Ruhepunkt am Boden aufwärts und hinweggehende Bewegung; je mehr ein Körper von dem irdi-

schen Stoff in seinen Umfang hereinzieht, desto schwerer wird derselbe, und desto größere Kraft gehört dazu, um ihn fort zu bewegen; obwohl auf der andern Seite nicht zu verkennen ist, daß, wenn zum Beispiel unser Leib keinen irdischen Stoff, durch den er allerdings größer und schwerer wird, wenn er keine Speise noch Trank noch Athem zu sich nähme, es freilich auch mit seiner Bewegung bald aus seyn würde; denn ein durch Hunger oder Krankheit abzehrender Körper wird zwar mit jedem Tage leichter, zugleich aber wird ihm das Bewegen seiner Glieder immer schwieriger.

Die Kraft, durch welche unsre Erde, und alle die andern Weltkörper, die sich um die Sonne bewegen, in ihren Bahnen festgehalten werden, ist, so sagten wir vorhin, auch keine andre als die Schwere, mithin die nämliche Macht, welche wir hienieden, auf unsrem Planeten, gewohnt sind nur als eine hemmende zu betrachten. Je schwerer da bei uns, auf dem Erdboden, ein Fuhrwerk beladen ist, desto mehr Pferde- oder Dampfkraft gehört dazu, dasselbe fort zu ziehen, denn je stärker der Zug der Last nach dem Boden wird, desto mehr wächst die Neigung, am Boden stehen zu bleiben und zu ruhen. Ganz anders ist dieses bei den Sternen des Himmels. Je näher dort ein Weltkörper bei der Sonne oder überhaupt bei dem an Masse mächtigeren Weltkörper steht. um welchen er seine Bahn beschreibt, desto stärker wirkt zwar der Zug der Schwere auf ihn, anstatt aber daß dieser Zug seinen Lauf hemmen, ihn auf dem Punkt der Bahn, wo er eben steht, aufhalten sollte, vermehrt er ihm vielmehr die Schwungkraft, durch welche er auf seiner Bahn sich fortbewegt. In dieser Form ihrer Wirksamkeit scheint die Schwere in vollkommenem Widerspruch mit dem Naturgesetz zu stehen, dem sie in den Reichen der irdischen Körperwelt unterworfen ist; gerade so als ob ein Wagen, der vorher von zwei Pferden mühsam und langsam fortgeschleppt wurde, dadurch schon für nur Ein Pferd leichter und

schneller beweglich gemacht würde, daß man die doppelte, ja die dreifache Last auf seine Achse legte.

Was mit unseren alltäglichen, irdischen Naturgesetzen im Widerspruch steht oder nicht zusammengereimt werden kann, das nennt man ein Wunder. Ein solches wäre denn auch die Schwere, und in der That, wunderbar genug ist sie in all ihrem Thun. Die Sternkundigen haben gefunden, daß das Licht, dieser Wiederglanz einer göttlichen Herrlichkeit und Majestät an der leiblichen Welt, eben so wie alles leibliche Bewegen, eine gewisse Zeit brauche, um von dem einen Punkte, z. B. von dem einen Stern auf den andern zu wirken, namentlich von der Sonne zur Erde mehr denn acht Minuten. Die Schwere aber, seitdem der Schöpfer diese Weltenheere schuf und an ihren Ort stellte, hat von dem ersten Augenblicke an als eine allgegenwärtige, unveränderliche Kraft durch den Weltenraum gewirkt; für ihr Walten gibt es, unter gleichem Verhältniß der Stellung der Welten, kein Zeitmaaß; sie war vom Anfang der Dinge da, und wird, bis zu dem Ende der jetzigen Weltordnung, an jedem Punkte als die gleiche verbleiben, denn sie ist eine Folge, ist eine nächstmittelbare Aeußerung der allerhaltenden Kraft des Schöpfers selber; eine Kraft, welche Sein allmächtiges Wort in die von Ihm geschaffenen Welten ursprünglich gelegt hat und noch fortwährend in dieselben hineinlegt. Wenn die Schwere, so haben dieß abermals die Sternkundigen berechnet, auch nur um 10 Millionen Mal schneller durch den Raum, von der Sonne auf die Planeten wirkt als das Licht, dann müßte sich dieß in längeren Zeiträumen, durch eine Beschleunigung ihrer Bewegungen verrathen; aber wie ein Gedanke des Baumeisters, der seiner Werke gedenkt, ist sie alsogleich und ohne Verzug da, wohin ihre Richtung bestehet.

Der Schöpfer bleibt in seinem allmächtigen Worte, durch das wir leben, Derselbe, welcher Er von Anfang war: ein Schöpfer, nicht blos ein Erhalter der Dinge;

denn die Erhaltung selber ist in gewissem Sinne nichts Anderes als eine fortwährende Schöpfung. Wie der Odem in unsrer Brust ein und ausgehet, so gehet in alle Welten, ja in alle einzelnen Dinge, die auf diesen Welten sind, die Kraft des Schöpfers ein; erzeugt aber von dieser, geht aus ihnen allen eine Kraft des Fortbestehens und des Bewegens aus, wodurch jede einzelne Creatur das ist und bleibt, was sie ist. Und je mächtiger die Schöpferkraft sie anrührt, desto kräftiger wird auch die Regung der eigenen Wirksamkeit sich äußern.

An den Weltkörpern gibt sich der schöpferische Antrieb als Zug der Schwere kund, welcher nach dem anziehenden Mittelpunkt der Bahn seine Richtung nimmt. Dagegen äußert sich das ihnen eigenthümliche, durch die Schöpferkraft erzeugte Wirken als Schwungkraft, welche sie auf ihrer Bahn weiter führt. Wie das Leben ohne den Athem, der in unsre Brust eingehet, alsbald ein Ende nähme, so würde das Fortbewegen in der eigenthümlichen Bahn ihres Laufes bei unserer Erde nicht mehr bestehen können, wenn nicht der schaffende Antrieb, der für sie zunächst von der Sonne ausgehet, das Bewegen immer von neuem weckte. In jedem Körper, in jedem Steine liegt eine ausdehnende Kraft, welcher durch die zusammenziehende der Schwere ihre Gränze gesetzt und hiedurch dem Körper seine bestimmte Form gegeben wird. Wäre jene ausdehnende Kraft allein thätig, dann würden die Körper, wie ein Felsenstein vom Pulver zersprengt, in Nichts zerstäuben. So würde auch die hehre Ordnung des Weltganzen in ein ordnungsloses Nichts sich auflösen, wenn die, in die einzelnen Creaturen gelegte eigene Wirksamkeit (bei den Weltkörpern die S c h w u n g k r a f t), für sich allein, ohne die erhaltende Schöpferkraft der Schwere thätig zu seyn vermöchte.

So lehrt uns, ohne daß wir es recht beachten, in jedem Augenblicke die Bewegung unsrer Erde, bei dem Lauf ihrer Jahre, Tage und Stunden, daß ein Schöpfer

und Erhalter da sey, ohne welchen kein Leben noch Bewegen noch Seyn wäre, wenn nicht die Creaturen alles das, was sie sind und haben, ohne Aufhören aus Seiner Macht empfiengen. Im Hinblick auf Das, was die einzelnen Geschöpfe aus und durch sich allein, ohne den fortwährenden Einfluß der erhaltenden, erneuernden Schöpferkraft seyn würden, und auf das, was sie in jedem Moment durch diese Schöpferkraft werden, könnte man das Seyn und Wesen Aller nach jenen Worten des Apostels bezeichnen: als die Sterbenden, und siehe sie leben.

2. Scheinbare und wirkliche Bewegung, scheinbare und wirkliche Größe.

Die Erde bewegt sich, im Verlauf des Jahres, nicht nur vorwärts, auf dem Weg ihrer Bahn, sondern sie hat dabei, wie ein Rad, in welchem ein lebendiger Odem ist, eine Bewegung um ihre eigene Axe, wodurch es geschieht, daß je einmal in 24 Stunden irgend ein Punkt ihrer Oberfläche seine Mittagszeit hat und seine Zeit der Mitternacht. Einmal des Tages steigt über unsrer Wohnung die Sonne, gerade gegen Süden hin, am höchsten über den Horizont herauf, einmal gegen Mitternacht steht sie am tiefsten unter demselben.

Solchen Rädern, in denen ein lebendiger Wind ist, gleichen alle uns bekannte Weltkörper des Himmels; keiner von ihnen stehet still; sie alle, selbst ihre Königin, die Sonne, bewegen sich um ihre Axe und fördern auf diese Weise zugleich ihren Lauf durch den Weltraum. Und während die wirkliche Bewegung, sowohl die tägliche, um die eigene Axe, als die jährliche, um den Schwerpunkt der Bahn, bei allen Planeten von West nach Osten gehet, muß es für einen Beobachter, der auf der Oberfläche einer solchen sich umkreisenden und fortrollenden Kugel stehet, den Anschein haben, als ob

die anderen Gestirne sich alle von Ost nach Westen über ihn hinwegbewegten.

Während namentlich unsre Erde in solcher Art um die eigene Mitte und um die Mitte ihrer Bahn kreiset, geht uns nicht allein im Verlauf jedes Tages einmal die Sonne im Osten auf und im Westen nieder, sondern wir genießen auch im Verlauf der Nächte, wenn nach dem Untergang der allüberglänzenden Sonne ihr schwächeres Licht dem Auge bemerkbar wird, den Anblick der andern Welten, davon einige, obwohl in sehr verschiedenen Bahnen, mit der Erde zugleich den Lauf um die Sonne machen, die meisten andern aber einen Weg gehen, dessen Anfang und Ende niemand kennet als der Schöpfer, der ihn bestimmte. Wenn dann in verschiedenen Zeiten des Jahres unser Weltenfuhrwerk, die Erde, jetzt nach dieser, dann nach jener Region der Bahn sich hinwendet, und einmal die Sonne auf dieser, ein anderes Mal auf jener Seite ihres Weges stehen hat, dann kommen uns an der nächtlichen Seite dieses Weges verschiedene Gestirne, in den Winterabenden andere als in den Sommerabenden, zu Gesichte. Die meisten von diesen bleiben, so weit die Beobachtung eines einzelnen Menschenlebens reichen mag, beständig in derselben Stellung gegen einander, und in den Abendstunden des März oder irgend eines andern Monats, sieht man jedes Jahr wieder dieselben Gestirne am östlichen, südlichen oder westlichen Himmel stehen, welche im vorigen Jahre an diesen Orten zu finden waren. Diese Art der Sterne nennt man die feststehenden oder die Fixsterne, während manche andre, welche, wie bereits erwähnt, gleich der Erde ihren Lauf um die Sonne machen, nicht immer an derselben Stelle des Himmels bleiben, sondern, je nach ihrer größeren oder geringeren Entfernung langsamer oder schneller, der Wirklichkeit nach von West nach Ost, dem Scheine nach abwechselnd, auch von Ost nach West, fortrücken und deßhalb Wandelsterne, Planeten, genannt werden.

Unter den Sternen übertrifft, wie der Apostel sagt, und wie Jeder von uns dieß bemerken kann, einer den andern nach der Klarheit, und der hellste Fixstern, den wir während der Winternächte am Himmel strahlen sehen, Sirius, leuchtet neunmal heller als der große, schöne Stern im Sternbild der Leyer, Wega genannt, welcher doch ebenso wie Sirius von sogenannt erster Größe ist. Aber der Glanz aller der einzelnen Fixsterne und auch jener der hellsten Wandelsterne, wie der Venus, des Mars und des Jupiter, hält keinen Vergleich aus mit dem Glanze des Vollmondes, wenn dieser in seiner, ihm verliehenen Pracht und Herrlichkeit herauftritt an den blauen Himmelssaal; denn man hat gefunden, daß das Mondlicht an erhellender Kraft 25,000 Mal das Licht des Sirius übertrifft. So gebührt allerdings, unter den Gestirnen der Nacht, dem Monde der erste Rang.

Und dennoch verdankt er dieses nur dem Umstande, daß kein anderer, unserem Auge sichtbarer Stern des Himmels eben so nahe bei uns steht als er, wie etwa der Ortsvorstand eines kleinen, weit abgelegenen Dorfes in seinen Sonntagskleidern unter all seinen Nachbarn sich hervorthut, so lange kein Vornehmerer als er neben ihm auftritt; wenn aber der König in dem Glanz seines Hofstaates, oder ein General in seiner Uniform in das Dorf käme, sich gar unbedeutend ausnehmen würde. Namentlich müßte dann dem Monde etwas Aehnliches widerfahren wenn auf einmal die Sonne, diese Königin des Himmels, in ihrer ganzen Majestät in sein kleines Gebiet hereintreten könnte. Allerdings stellt sich auch die Sonne unserem Auge nur als eine Scheibe von ohngefähr gleicher Größe als die Vollmondsscheibe dar, aber dabei hat sie ein viel tausendfach helleres Licht; denn man hat berechnet, daß erst 800,000 Vollmondsscheiben, wenn sie zugleich am nächtlichen Himmel ständen, eine solche Helle verbreiten könnten, als die der Mittagsstunden an einem heitern Tage ist. Und dabei

darf nicht vergessen werden, daß die Sonne 400 Mal weiter von uns absteht als der Mond, denn dieser ist nur 51,844, die Sonne aber 20,706,050 Meilen von der Erde entfernt. Denken wir uns nun auf einmal unsre Erde eben so nahe an die Oberfläche des ungeheuren Sonnenkörpers gerückt, als sie dieß an den Mond ist, so daß der nächste uns zugewendete Punkt der Sonnenkugel nur 51,844 Meilen von uns abstände, dann würde das leuchtende Gestirn des Tages unserem Auge unter einem Winkel von 82 Graden, 33$^1/_5$ Minuten erscheinen. Welch eine furchtbar majestätische Sonne würde dieß im Vergleich mit unsrem gewöhnlichen irdischen Maaßstabe seyn! Während sich, in ihrer jetzigen Ausdehnung, die lichtstrahlende Scheibe der Sonne zur Zeit der Frühlings- oder Herbstnachtgleiche gegen 6 Uhr des Morgens über den Horizont erhebt, würde sie bei der eben erwähnten, riesenhaften Vergrößerung ihres scheinbaren Umfanges schon um 3$^1/_4$ Uhr mit ihrem obersten Rande herauftreten. Um 6 Uhr würde sie bis zu ihrer Mitte sichtbar seyn, erst um 8$^3/_4$ Uhr jedoch käme auch der untere Rand zum Vorschein, und jetzt, nach einer 5$^1/_2$ stündigen Dauer, wäre endlich der ganze Sonnenaufgang vollendet, der bei der gewöhnlichen Ordnung der Dinge nicht viel über 2 Minuten währt. Und wenn nun am Mittage die ganze Lichtkugel hoch am Himmel stände, dessen ungefähr vierten Theil sie bedecken würde, welche Creatur der Erde könnte dann ein solches Strahlen ertragen! Einhundert und sechszigtausend Mal stärker als im jetzigen Zustand würde die Kraft des Lichtes und der Wärme seyn, welche die Sonne, wenn sie in Mondesnähe bei uns stände, über uns ausgößе; eine einzige Mittagsstunde von solchem Hitzgrad würde nicht nur die uralten Eis- und Schneemassen der Polarzonen und der Hochgebirgsgipfel, sondern die tausendjährigen Lavamassen so wie den größesten Theil der übrigen, metallischen und nicht metallischen Stoffe der Erdrinde zum Schmelzen bringen, andre aber, mit dem

Gewässer zugleich, in Dampf verwandeln. Selbst die kurze Nacht, welche auf die Gluth eines solchen Tages folgte, brächte nur wenig Abkühlung, denn wenn nun endlich, ein Viertel vor 9 Uhr des Abends, die ganze Feuerkugel, auch mit ihrem obersten Rande, unterge-gegangen wäre, da bliebe noch den größesten Theil der Nacht hindurch eine Dämmerung zurück, welche an Helle unseren Sommermittag vielfach überträfe, und wenige Stunden nach Mitternacht loderte die Feuergluth von neuem auf. Wie gut ist es doch, daß die liebe Sonne so fern von uns stehet; daß unsre jetzige Wohnstätte so weit von der Residenz dieser Majestät abgelegen ist!

Auch unter den Planeten, die gleich der Erde ihren Lauf um die Sonne nehmen, gibt es mehrere, welche, wenn sie mit ihrer Kugelfläche eben so nahe an unser Auge rücken könnten als der Mond, wie ungeheure Riesen neben diesem dastehen würden. Jupiter müßte uns, in solcher Nähe, als eine Scheibe erscheinen, welche im Durchmesser fast 40, an Oberflächeninhalt gegen 1500 Mal größer wäre als die Mondscheibe, und welche so weit über das Himmelsgewölbe sich ausdehnte, daß sie mit ihrer Breite die 7 Sterne des großen Bären oder Heerwagens, mit ihrer Kreisfläche das ganze, schöne Sternbild des Orion bedecken könnte. Ja selbst unser Nachbarplanet, die Venus, obgleich er keineswegs zu den größesten, sondern nur zu den mittelgroßen Wandelsternen unsres Sonnensystems gehört, würde sich, in der Mondnähe, wie eine Scheibe darstellen, deren Oberfläche um 13¾ Mal größer wäre als die der Vollmondsscheibe. Ein solcher großer Mond, in seinem milden, von der Sonne erborgten Lichte, müßte allerdings dem Auge einen prächtigen Anblick gewähren; Und dennoch dürfen wir froh seyn, daß wir keinen so vornehmen und großen Nachbar, selbst nur von mondartig leuchtender Natur, bei uns haben, denn die Bewohner der nachbarlichen Meeresküstengegenden wissen

es recht gut, was schon unser kleiner Mond, bei der täglich zweimal wiederkehrenden Fluth, auf das Ansteigen des Meergewässers für Einfluß habe. Stände nun an seiner Stelle ein Weltkörper, dessen Masse hundert, ja wie bei Jupiter, viele tausend Mal größer wäre als die Mondmasse, dann würde, in Folge seiner vielfach stärkeren, anziehenden Kraft, das Meer bei dem Anschwellen der Fluth so hoch und so weit über das ebene Land hingeführt werden, daß auf diesem weit und breit keine Städte noch Dörfer, keine Wiesen und Aecker bestehen könnten; die Bewohner des Festlandes und der Inseln müßten alle, wenigstens in den mittleren Graden der Breite, nach den Gebirgen hinanziehen, um da eine vor dem Andrang des Gewässers gesicherte Wohnstätte zu finden.

3. Die Entfernungen der Planeten von der Erde und von der Sonne.

So nahe kann freilich, bei der jetzt bestehenden Weltordnung, mit Ausnahme der Kometen keiner der Weltkörper des Sonnensystemes unsrer Erde kommen als der Mond; denn selbst unsere Nachbarn, die Planeten Venus und Mars, stehen, wenn sie uns am allernächsten sind, noch 99 und 141 Mal so weit von uns ab, als der Mond in seiner mittleren Entfernung. Nächst diesen kann Merkur bis gegen 200 Mondweiten an uns heranrücken, während auf der anderen Seite die drei äußersten Planeten uns niemals näher kommen als: Jupiter bis auf 1729, Saturn 3100, Uranus auf 6700 Mondabstände.

Auch der Oberfläche der Sonne nähert sich, mit Ausnahme der Kometen, niemals ein anderer, uns bekannter Weltkörper so weit als uns der Mond. Wäre es möglich, daß ein Planet in solcher Nähe an der Sonne eine Bahn beschriebe, welche, wie die unsers Mondes nur wenig von der Kreisform abwiche, dann

würde die anziehende Kraft des Centralkörpers seine Bewegung in so ungeheurem Maaße beschleunigen, daß er in etwa 5 Stunden den Flug auf seiner Bahn vollenden müßte. Gegen einen solchen Flug ist die fortrückende Bewegung aller uns sichtbaren Planeten immerhin nur ein Lauf, ja zuletzt, bei dem äußersten, ein Gang in gutem Schritt zu nennen, denn sie beschreiben alle in bequemen, wohlgeordneten Abständen von dem Centralkörper ihre Bahnen um diesen. Nur bei zweien von ihnen, bei Merkur und Venus, liegen diese Bahnen näher um den Sonnenkörper herum als die Bahn unsrer Erde, neune von ihnen vollführen ihren Lauf weit außerhalb und jenseits unsrer Planetenbahn; die beiden ersteren nennt man deßhalb *untere*, die neun übrigen *obere* Planeten. Die Bahnen aller dieser Weltkörper sind, eben so wie die ihrer Monde, keine vollkommenen Kreise, sondern sie nähern sich mehr oder minder der ovalen Form, und der Centralkörper, um den sie sich bewegen, liegt nicht genau in der Mitte, sondern etwas näher an dem einen Ende der Bahn als nach dem entgegengesetzten anderen. Man pflegt dieses in wissenschaftlicher Sprache so auszudrücken: „die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt (denn die Ellipse hat 2 dergleichen) die Sonne liegt.“ Vermöge dieser Anordnung kommen die Planeten bei ihrem Jahreslauf der Sonne das eine Mal näher, das andere Mal stehen sie weiter von ihr ab, als in der mittleren Entfernung. Wenn sie dann gerade auf derselben Seite von der Sonne sich befinden, auf welcher so eben die Erde stehet, dann können uns die untern Planeten am nächsten kommen, wenn jener Punkt zugleich der ihrer Sonnenferne, die oberen aber, wenn es der ihrer Sonnennähe ist.

Ihren mittleren Entfernungen nach folgen sich die Planeten, von der Sonne aus gerechnet, in nachgenannter Weise: *Merkur* in einem Abstand von 8, *Venus*, welche nach ihren verschiedenen Stellungen zur Erde

bald Morgenstern bald Abendstern genannt wird, von fast 15 Millionen Meilen. Die erstere Entfernung ist schon 154, die der Venus gegen 290 Abständen des Mondes von der Erde gleich, während von uns Erdenbewohnern, wie bereits erwähnt, die Sonne fast 21 Millionen Meilen oder gegen 400 Mondbahnhalbmesser abgelegen ist, eine Weite, welche selbst die Eile des Adlerfluges erst nach anderthalb Jahrhunderten durchmessen könnte. Zunächst nach der Erde folgt, von der Sonne aus gerechnet, der Planet Mars, in einem Abstand von 31½ Mill. Meilen, dann kommen die erst seit dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts durch die Fernröhre aufgefundenen Asteroiden, eine Gruppe von 5 sehr kleinen Planeten, welche man Vesta, Asträa, Juno, Ceres und Pallas genannt hat, in einer mittleren Entfernung von 49 bis 57 Mill. Meilen. Auf diese fünf zwergartigen, nur selten oder kaum dem blosen Auge sichtbaren Weltkörper stellt sich in einem Abstand von 107½ Mill. Meilen der größeste unter allen Planeten des Sonnensystemes, Jupiter ein; jenseits desselben beschreibt Saturn in einer Entfernung von 197½ Mill. Meilen seine Bahn, und der äußerste Planet des Sonnensystems, den wir (erst seit 1781 durch des großen Astronomen Herschels Entdeckung) kennen, steht 396 Mill. Meilen von der Sonne ab.

Wenn man die Summen dieser Entfernungen unter einander vergleicht, dann bemerkt man beiläufig, daß die zwischen Mars und Jupiter gelegenen Bahnen der Asteroiden 7mal, Uranus gegen 7mal 7 oder 49mal so weit von der Sonne abstehen als Mercur; Jupiter 7mal so viel als Venus, und es mag wohl kein Zufall seyn, daß manche, auch in der heiligen Schrift als sehr bedeutungsvoll erscheinende Zahlen in der Anordnung der sichtbaren Schöpfung so oft ins Auge fallen. Auch hat man schon längst darauf aufmerksam gemacht, daß die Abstände der Planeten von der Sonne, wenn man den des Merkur in 4 Theile theilt und sonach mit

der Zahl 4 bezeichnet, sich beiläufig so verhalten: Merkur gleich 4; Venus 4 und einmal 3, Erde 4 und 2mal 3; Mars 4 und 4mal 3; die Asteroiden 4 und 8mal 3; Jupiter 4 und 16mal 3; Saturn 4 und 32mal 3; Uranus 4 und 64mal 3. Man bemerkt eben überall, auch in solchen Dingen, daß nicht ein Zufall, sondern die Macht eines weislich abmessenden, allbedenkenden Schöpfers bei dem Entstehen wie bei der Erhaltung des Weltalls gewaltet hat und noch fortwährend waltet; unser Gott ist ein Gott der Ordnung.

Wenn man nach dem eben erwähnten Verhältniß der Abstände es berechnet, wie groß auf jedem der einzelnen Planeten die Sonne einem Menschenauge erscheinen müßte, dann findet man freilich, daß dieselbe auf dem Merkur als eine Scheibe von 2 Fuß 7 Zoll im Durchmesser und von fast 7 ($6^2/_3$) Fuß im Oberflächeninhalt sich darstellen müsse. Auch die Kraft der Beleuchtung und Erwärmung, mit welcher die Sonne auf die Oberfläche des Merkur wirkt, würde $6^2/_3$mal stärker seyn als auf Erden, wenn sie nicht durch eine besondere Einrichtung der Atmosphäre und durch die Kürze der Jahreszeiten sehr gemäßigt würde. Dagegen stellte sich die Königin der Gestirne, obwohl noch immer im Sonnenlicht, viel tausendfältig heller denn alle andern Sterne leuchtend, auf Uranus nur noch als ein Scheibchen von etwa $^3/_5$ Zoll Größe dar, mithin im Durchmesser 19, im Oberflächeninhalt 370mal kleiner als auf der Erde, und eben so würde auch die erleuchtende Kraft der Sonne dort 370mal schwächer seyn als bei uns, wenn nicht die eigenthümliche Naturbeschaffenheit, namentlich der Atmosphäre des Uranus, wie dieß ganz offenbar der Fall ist, den Mangel erstattete. So bleibt die Sonne durch alle Räume des zunächst zu ihr gehörigen Weltensystems ein Quell der Erleuchtung und der Erwärmung, dessen wohlthätiger Einfluß nirgends weder zur Erhaltung einer Bewegung des Lebens zu schwach noch zu übermäßig stark erscheint.

4. Die Umlaufszeiten der Weltkörper.

Vermöge des Einflusses, den die anziehende Kraft oder der Zug der Schwere, von dem Centralkörper ausgehend, auf die Bewegung der Planeten und Monde hat, ist die Bewegung jener Planeten, welche näher an der Sonne stehen, auffallend schneller als die der andern, welche ihre Bahn in weitern Abständen um dieselbe beschreiben. Denn obgleich der Planet Uranus nur 19mal weiter von der Sonne entfernt ist und deßhalb nur eine 19mal längere Bahn zu durchlaufen hat als unsere Erde, braucht er dazu dennoch eine verhältnißmäßig fast $4^1/_2$mal längere Zeit, nämlich gegen 84 Erdenjahre. Eben so ist die Entfernung des Jupiter von der Sonne und der Weg seiner Bahn um dieselbe nur beiläufig $5^1/_5$mal größer als bei der Erde; diese ist aber so viel schneller, daß sie ihren Umlauf in derselben Zeit nicht nur 5, sondern fast 12mal zurücklegt, in welcher Jupiter ihn einmal beendigt.

Die Dauer der Umlaufszeiten oder der Jahre der einzelnen Planeten, nach Erdentagen berechnet, ist folgende: bei Merkur 87 Tage, 23 Stunden, $15^3/_4$ Minuten, bei Venus 224 Tage 16 Stunden 49 Minuten. Ein Jahr unsrer Erde von einer Frühlingsnachtgleiche zur andern danert bekanntlich 365 Tage, 5 Stunden 48 Minuten 47 Sekunden; ein Jahr des Mars gegen 687 Erdentage, mithin ein Jahr und 321 Tage; ein Jahr der Vesta 3 Jahre und 229 Tage, der Asträa über 4 Jahr und 2 Monate, der Juno 4 Jahre und 131 Tage, der Ceres 4 Jahre $223^3/_4$ Tage, während das der Pallas nur um $1^1/_2$ Tage länger ist. Ein Jahr des Jupiter beträgt nach Erdenzeit 11 Jahre 312 Tage 20 Stunden; des Saturn 29 Jahre $154^2/_3$ Tage; ein Jahr des Uranus, wie bereits erwähnt, nahe 84 Jahre.

Da, wie schon gesagt, die Größe der Bahnen sich eben so verhält wie die der Entfernungen, läßt

sich aus ihnen und aus der Dauer der Umlaufszeiten der Raum berechnen, den die einzelnen Planeten in einer gewissen Zeit zurücklegen, und man findet, daß die fortrückende Bewegung des Merkur auf seiner Bahn in jeder Sekunde mehr als $6^2/_3$ Meilen, die der Venus fast 5, der Erde fast $4^1/_6$, des Mars über $3^3/_8$, der Asteroiden gegen $2^2/_3$, des Jupiter $1^3/_4$, des Saturn gegen $1^1/_3$, des Uranus noch nicht ganz eine Meile betrage. Genau genommen ist das Verhältniß der Geschwindigkeiten zwischen den beiden am weitesten von einander abgelegenen Planeten unsers Sonnensystems: Merkur und Uranus wie 1 zu $7^4/_{100}$; die Abstände von der Sonne bei beiden verhalten sich aber beiläufig wie 1 zu $49^5/_9$, und ein Umlauf des Uranus in seiner Bahn um die Sonne dauert fast 349mal so lange als ein Umlauf des Merkur. Wenn man aber die Zahl $7^4/_{100}$ mit sich selber multiplicirt, dann erhält man die Zahl $49^5/_9$, und wenn man diese Zahl abermals mit $7^4/_{100}$ multiplicirt, dann erhält man die Zahl, welche das Verhältniß der Umlaufszeiten ausdrückt, nämlich nahe 349. Und dasselbe Verhältniß der Geschwindigkeiten zu den Entfernungen und Umlaufszeiten findet bei allen Planeten, so wie überhaupt bei allen Weltkörpern statt. Die fortrückende Bewegung des Uranus, zum Beispiel, auf seiner Bahn ist $4^{38}/_{100}$mal langsamer als die unsrer Erde, seine Entfernung von der Sonne ist $19^{18}/_{100}$mal größer, seine Umlaufszeit dauert 84mal länger. Wenn man aber die Zahl $4^{38}/_{100}$ zuerst mit sich selber, und dann die erhaltene Summe noch einmal mit derselben Zahl multiplicirt, dann findet man zuerst $19^{18}/_{100}$, dann 84. Und so könnte man an allen Planeten und Monden, wenn man den Lesern nicht das unbequeme Rechnen mit Bruchzahlen ersparen wollte, ganz haarscharf es nachweisen, daß die Quadratwurzel der Verhältnißzahlen der Abstände zugleich das Verhältniß der Geschwindigkeiten auf der Bahn gibt, und daß man, wenn man mit der letzteren Zahl die Unterschiedssumme der

Abstände multiplicirt, die Zeit des Umlaufes erhält. Man pflegt dieses in der wissenschaftlichen Sprache so auszudrücken: die Quadratwurzel der Entfernungen ist gleich der Cubikwurzel der Umlaufszeiten. Wenn man deßhalb nur das Verhältniß kennt, in welchem die Umlaufszeiten zweier Planeten zu einander stehen, dann kann man daraus das Verhältniß ihrer Abstände, und umgekehrt, finden.

Dieses wundervoll herrliche Gesetz, aus welchem sich für das Verständniß der gesammten Sichtbarkeit gar viele und große Schlüsse ziehen lassen, hat ein Deutscher, von Geburt ein Württemberger, Namens Johannes Keppler, gerade in der Zeit des Anfangs des 30jährigen Krieges entdeckt. Als hätte durch diese Entdeckung, die man wohl eine der größesten nennen kann unter allen, die jemals im Gebiet der Wissenschaft gemacht worden sind, unser armes deutsches Volk, über welches damals eine so lange Zeit der Trübsal und der Auflösung aller friedlichen Ordnung hereinbrach, daran erinnert werden sollen, daß dort oben über den Sternen, so wie hienieden auf der Erde, ein Friedensfürst, ein Gott der Ordnung walte, in dessen Reiche Alles, was da webt und lebt, steht und geht, einem Gesetz gehorchet, das so unwandelbar ist als der Wille und Rathschluß des Schöpfers selber. Es ist ein wohlthätiges Gefühl, das die Brust eines Sterblichen bewegt, wenn er es weiß und bedenkt, daß er in dem Reiche eines allmächtigen HErrn und Schöpfers lebt, wo Alles so ordentlich, nach so gerechten Gesetzen zugehet und bestellt ist. Und wenn man es versteht, daß der Zug, der den Planeten mit seiner Sonne vereint und ihm die Kraft der eigenen Bewegung auf der für ihn bestimmten Bahn in jedem Augenblick verleiht und erhält, ein Abbild der allumfassenden Liebe des Schöpfers zu seinen Geschöpfen sey, dann bekommt man noch viel mehr über die Sache zu denken, und der Wunsch erwacht, daß man von Stufe zu Stufe dem Quell und

Ausgangspunkt jener Liebe in geistiger Hinsicht immer näher kömmen möge, damit die Kraft ihres Bewegens auf der Bahn des Lebens an unsren Seelen immer wirksamer werde.

5. Beobachtungen der Weltkörper durch das Fernrohr.

Wenn man das, was die berühmtesten Sternkundigen des Alterthums vor zweitausend Jahren von den Gestirnen gewußt haben, mit Dem vergleicht, was in unsern Tagen jeder Schüler an einer höheren Bürgerschule darüber erfahren kann, dann muß man freilich anerkennen, daß wir viel mehr von der Naturgeschichte des Sternenhimmels wissen als jene großen Alten. Das, was diese davon kannten, war freilich das Wichtigste; es hatte nur durch die mühsamsten, anhaltend fortgesetzten Beobachtungen vieler Menschenalter und durch tiefsinnige Berechnungen gefunden werden können: es war dieß namentlich das Verhältniß der Entfernungen und der Umlaufszeiten, nicht nur des Mondes um die Erde, sondern aller dem Auge leichter wahrnehmbaren Planeten um die Sonne. Denn schon die alten ägyptischen Astronomen vor zweitausend Jahren wußten es, daß Merkur $2^{3}/_{5}$, Venus $1^{7}/_{8}$mal näher, Mars, Jupiter und Saturn etwas mehr denn $1^{1}/_{2}$, $5^{1}/_{5}$ und $9^{6}/_{11}$mal weiter von der Sonne ständen als die Erde; auch hatten sie bis auf Minuten uud Sekunden genau die Umlaufszeiten dieser Planeten erkannt; wie groß aber eigentlich jene Abstände von der Sonne nach Erdhalbmessern, oder nach irgend einem andern räumlichen Maaße seyen, das konnten sie nicht bestimmen, sondern dieß war eine Aufgabe, welche erst die Sternkundigen der neueren Zeit zu lösen vermochten, als diese zu gleicher Zeit in Lappland wie auf St. Helena und den Inseln der Südsee Beobachtungen anstellten, die sich nur durch Fernröhre bewerkstelligen ließen. Daß die

Sonne größer als der Mond, Jupiter größer als Mars sey, das hatten die Alten wohl bemerkt; wie sich aber jene, ihrem eigentlichen Maaße nach unbekannten Größen zu der bekannten Größe unsrer Erde verhielten, das blieb ihnen verborgen. Eben so wußten sie nichts davon, daß die Planeten, so wie selbst die Sonne, sich während des Fortrückens auf ihrer Bahn beständig auch um ihre Axe bewegen; sie wußten nichts von den Monden, welche die größeren Planeten auf ihrem Wege um die Sonne begleiten, nichts von dem Doppelringe des Saturn, nichts von dem Daseyn und von der Beschaffenheit der Dunsthüllen, welche die einzelnen Weltkörper umgeben. Dieses Alles hat uns erst die Beobachtung durch Fernröhre lehren können, und es ist allerdings viel und Großes, was wir dieser Beobachtung verdanken. Nur muß man sich in Acht nehmen, daß man sich nicht gar zu großen Vorstellungen von der Wirkung der Fernröhre hingebe, und etwa erwarte, daß wir durch dieselben z. B. auf dem Monde Bauwerke der dortigen Bewohner oder andere kuriose Dinge der Art bemerken könnten. Man darf niemals vergessen, von welchen Umständen die Wirkung der Fernröhre abhängt und worauf dieselbe sich eigentlich gründet.

Es war allerdings ein glücklicher Gedanke, auf welchen ein Brillenmacher zu Anfang des 17. Jahrhunderts, Hans Lippersheim in den Niederlanden, kam, die vergrößernde Kraft der convex geschliffenen Gläser, deren Wirkung auf nahe Gegenstände man kannte, durch Verbindung mehrerer von ihnen in einem hohlen Cylinder so anzuwenden, daß man beim Hindurchblicken durch das Rohr auch fern abgelegene Gegenstände in vergrößertem Maaßstabe erblicken konnte. In der Regel taxirt unser Auge, welches ein geborner Geometer ist, die Nähe oder die Ferne der von ihm gesehenen Gegenstände nach der scheinbaren Größe derselben; in einer Entfernung von 200 Schritten können wir die Worte, welche auf einer Warnungstafel in den öffentlichen An=

lagen stehen, noch kaum unterscheiden; wenn wir uns aber der Tafel bis auf 20 Schritte nähern, dann erkennen wir jeden Buchstaben deutlich und lesen die Inschrift mit Leichtigkeit, weil uns der Gegenstand jetzt 10mal näher gerückt ist und deshalb uns 10mal größer erscheint als vorher. Ein Fernrohr, das eine zehnfache Vergrößerung gewährt, leistet etwas Aehnliches; es läßt uns aus einem Abstand von 200 Schritten die Buchstaben eben so groß sehen wie bei einer Entfernung von 20 Schritten; ein Haus oder Thurm, welche 5 Stunden weit abgelegen sind, zeigen sich in der nämlichen Größe, in der sie das blose Auge aus einem Abstande von einer halben Stunde siehet, und wenn die Vergrößerung nicht eine zehnfache, sondern eine hundertfache ist, dann wird auch der Gegenstand, den wir betrachten, wenn er zehntausend Schritte von uns abliegt, scheinbar so nahe an unser Auge herangerückt, als wenn er nur 100 Schritte von diesem entfernt stände. Die astronomischen Fernröhre leisten in dieser Hinsicht freilich noch unvergleichbar viel mehr als unsere gewöhnlichen Handfernröhre; man kann durch jene irgend einen Gegenstand um das Tausendfältige vergrößern oder scheinbar an das Auge heranrücken. Schon der Mond aber, der uns doch unter allen Weltkörpern des Himmels am nächsten steht, ist über 50,000 Meilen von uns abgelegen; selbst bei einer tausendfachen Vergrößerung werden wir deßhalb die Gegenstände auf seiner Oberfläche nur scheinbar so nahe oder so groß sehen, als sie aus einer Ferne von 50 geographischen Meilen erscheinen würden. Wenn unser Nachbarplanet Venus am allernächsten bei der Erde steht, übertrifft sein Abstand immer noch 100mal, der nächste Abstand des Mars noch mehr denn 140mal den Abstand des Mondes; eine tausendfältige Vergrößerung nähert uns die Venus, wenn sie als eine kleine Mondssichel dem Fernrohr wieder sichtbar wird, scheinbar noch nicht so, als wenn sie 5000, der Mars, als wenn er 7000 Meilen von uns entfernt wäre. Die

Sonne steht über 20 Millionen Meilen weit von uns ab. Durch das Fernrohr erblicken wir sie gleich wie aus einer Weite von 20,000 Meilen; den Jupiter wie aus 100,000, Saturn wie aus 200,000 Meilen Ferne, wobei freilich auch die beiden letzteren wegen ihrer ansehnlichen Größe noch immer als sehr augenfällige Scheiben erscheinen.

Aber bei den eben erwähnten Rechnungen darf auch ein andrer Umstand nicht übersehen werden: Das Licht eines leuchtenden oder erleuchteten Körpers nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab; bei einer 3mal so weiten Entfernung wird seine Helle um das Neunfache verringert; wenn wir zehn Schritte weit von einer brennenden Lampe hinweg gehen, dann leuchtet sie uns 100mal schwächer als in der Nähe von nur einem Schritt. Dadurch daß unsere Fernröhre die weit zerstreuten Strahlen der leuchtenden Körper sammeln, wird der Eindruck der Helligkeit, den sie auf unser Auge machen, allerdings so sehr verstärkt, daß man selbst den Abendstern zuweilen bei Nacht kaum ohne Blendglas durch das Telescop betrachten kann; aber selbst das vollkommen gut bereitete, reinste Glas ist noch bei weitem nicht so durchsichtig als die Luft; eine Menge der in dasselbe eindringenden Strahlen gehen für das Auge verloren. Obgleich deßhalb die Gegenstände der von der Mittagssonne beleuchteten Mondfläche uns, vermöge der Wirksamkeit unsrer besten Fernröhre, eben so groß erscheinen könnten als aus einem Abstand von 50 Meilen, sind sie dennoch dabei nicht eben so hell, sondern ungleich lichtschwächer. Dieses Alles zusammen genommen setzt freilich unsern Beobachtungen durch das Fernrohr ziemlich enge Gränzen; dennoch geben uns dieselben auch innerhalb dieser Gränzen noch Aufschlüsse über die Natur des Sternenhimmels, deren interessante Ergebnisse wir im Nachstehenden etwas weiter betrachten wollen.

6. Genauere Bestimmung der Raumverhältnisse des Weltgebäudes, mit Hülfe des Fernrohrs.

Wenn man die Fixsterne durch ein Fernrohr betrachtet, dann erscheinen dieselben als hellleuchtende, dabei aber unmeßbar kleine Pünktchen, während sich die Planeten so wie die etwa sie begleitenden Monde als Scheibchen darstellen, deren Durchmesser mehr oder minder augenfällig und meßbar ist. Auf dieselbe Weise, wie die Scheibe des Mondes, zur Zeit ihres Neulichtes, zuweilen so genau in die Richtung zwischen Sonne und Erde tritt, daß sie bei ihrem Vorübergang vor der Sonnenscheibe diese zum Theil oder auch ganz bedeckt und hiedurch die Sonnenfinsternisse erregt, können auch Merkur und Venus, weil sie näher an der Sonne stehen als die Erde, zuweilen (bei Venus je nach 120 und 128 Jahren) so in die Richtung zwischen diesen beiden treten, daß ihre kleinen Scheiben wie ein runder Schatten über die Sonnenscheibe hinziehen. Eine nur einigermaßen bemerkbare Verfinsterung kann dieses für unsre Erde freilich nicht hervorbringen; wir bedürfen zur genauen Beobachtung selbst des Vorüberganges der Venusscheibe, welche sich doch über $^{3}/_{8}$ Zoll groß im Durchmesser darstellt, der Hülfe des Fernrohres. Wenn aber dann ein solcher Vorübergang von verschiedenen Sternkundigen zu gleicher Zeit, an sehr weit von einander auf der nördlichen und südlichen Halbkugel der Erde gelegenen Punkten beobachtet wird, und der eine sieht das dunkle Scheibchen z. B. weiter nach dem obern Rande, der andere mehr nach der Mitte der leuchtenden Sonnenscheibe, jener mithin auf einer kürzeren, dieser auf einer längeren Linie (und deshalb in längerer Zeit) vorübergehen, dann kann man daraus, in derselben Weise, wie die Feldmesser zu Werke gehen, das Verhältniß berechnen, in welchem der gerade Abstand zwischen den verschiedenen Punkten der Erdfläche an denen die Beobachtung des Durchganges gemacht

wurde, zu der Entfernung der Venus von uns stehet, und da man den Betrag der ersteren irdischen Entfernungen nach Meilen zu berechnen weiß, kann man auch die Summe des Abstandes der Venus von uns nach gleichem Maaßstab bestimmen. Hiermit zugleich ist dann aber auch die Möglichkeit gegeben, für alle andern räumlichen Verhältnisse der Weltkörper unsres Sonnensystems den bekannten Maaßstab nach Erdhalbmessern oder nach Meilen anzuwenden, denn das Verhältniß, in welchem die Abstände des einen Gliedes der Reihe zu den andern stehen, läßt sich nach Cap. 4 aus den Bewegungen und Umlaufszeiten berechnen. Und so konnte man zuerst die Entfernungen, wie dies oben im 3. Cap. geschehen, und aus diesen, so wie aus den scheinbaren Größen der durch das Fernrohr beobachteten Planeten und Monde, die wirklichen Größen nach Meilen angeben.

Die Halbmesser der Planeten sind von nachstehend verzeichneten Größen:

Bei Mercur 335 Meilen; bei Venus, nach den neuesten Angaben der Astronomen 858½ Meilen, was nur eine Meile weniger ist als bei der Erde, deren Halbmesser zu 859½ Meilen berechnet ist. Für den Mars hat man die Größe des Halbmessers zu 446 Meilen gefunden. Von den 4 Asteroiden weiß man nur, daß der Halbmesser keines von ihnen dem Halbmesser unsres Mondes von 234 Meilen gleich kommt, während man den Halbmesser des als ansehnliche Scheibe ins Auge fallenden Jupiter zu 9635, den des Saturn an der Mitte seiner Scheibe zu 8153, des Uranus zu 3733 Meilen berechnet hat. So ansehnlich auch die Größen namentlich der drei äußersten Planeten im Vergleich zu der Größe der Erde und des Mondes erscheinen, sind sie dennoch im Verhältniß zur Größe der Sonne nur unbedeutend, denn der Halbmesser dieser leuchtenden Centralwelt ist zu 96,468 Meilen berechnet, er ist mithin 112⅐mal größer als jener der Erde, und wenn

die Sonne eine hohle Kugel wäre, in deren Mittelpunkt unser Planet stände, dann wäre in ihr nicht allein vollkommen Raum für die Mondbahn, die sich in einer Entfernung von nahe 52,000 Meilen um den Mittelpunkt herumzöge, sondern bis an die Oberfläche der riesenhaften Kugel bliebe noch ein großer, leerer Raum übrig.

Wenn man sich alle diese räumlichen Verhältnisse der Weltkörper unsers Sonnensystems recht nahe und deutlich vor Augen legen wollte, dann könnte dieses etwa auf folgende Weise geschehen. Eine Papierscheibe, der man einen Durchmesser von 15 Zoll gäbe (was ziemlich nahe der scheinbaren Größe der Sonne, von der Venus aus gesehen: $16\frac{1}{2}$ Z. gleich käme), sollte als Miniaturbild der Sonne in der Mitte stehen. In einem Abstand von beiläufig 21 Schritten käme dann Mercur, als ein Scheibchen von kaum $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser; darauf folgten in Abständen von 39 und 54 Schritten Venus und Erde, jede als ein Scheibchen von $1\frac{1}{2}$, Mars mit 82 Schritten und noch keiner ganzen Linie groß. Die Asteroiden, nur den Stecknadelköpfen an Größe gleichend, folgten dann in einem Abstand von beiläufig 130 bis 150 Schritten. Jupiter als eine schon ansehnlichere Scheibe von 17 Linien Durchmesser käme in einer Entfernung von 284, Saturn, 15 Linien groß, von 515 Schritten zu stehen, den Beschluß machte, in einem Abstand von 1036 Schritten, Uranus als eine Scheibe von $6\frac{1}{2}$ Linien Durchmesser.

Wenn schon in der Form der Scheiben das Verhältniß der Größen der Planeten zu der Sonne als ein höchst untergeordnetes erscheint, wie viel mehr stellt sich uns die ungeheure Ueberlegenheit der großen Königin über ihre Unterthanen dann heraus, wenn wir das Verhältniß des körperlichen Inhalts und der Massen vergleichen. Wir finden dann, daß erst $112\frac{1}{2}$mal $112\frac{1}{7}$mal $112\frac{1}{7}$ oder 1,415,225 Erdkugeln eine solche Kugel bilden könnten wie die Sonne ist; ja wenn man alle Pla=

neten unsers Sonnensystems sammt ihren Monden zu einer gemeinsamen Kugel zusammenballen könnte, würde diese Gesammtkugel doch nur der 775. Theil der Sonnenmasse seyn; sie würde sich zum Sonnenkörper verhalten wie eine Kugel von 4 Loth an Gewicht zu einer Kugel von einem Centner (100 Pf.).

Wir sprachen hier von den Massen. Zwei Kugeln können von gleicher Größe seyn, wenn aber die Theile, woraus sie bestehen, bei der einen dichter zusammen gedrängt sind als bei der andern, dann hat jene eine größere Masse als diese. Je größer die Dichtigkeit eines Weltkörpers ist, desto kräftiger zieht er andere Weltkörper, namentlich die ihn begleitenden Monde an, desto mehr beschleunigt er ihre Bewegung. Und zwar so, daß die Wirksamkeit eines 4 oder 9mal dichteren Körpers 2 oder 3mal größer ist. So hat man denn gefunden, daß der ungeheure Sonnenkörper eine 4, Saturn gar eine fast 10mal geringere Dichtigkeit besitze als die Erde, während Jupiter und Uranus von ohngefähr eben so dichter Masse sind als die Sonne. Wäre diese bei ihrem gewaltigen körperlichen Inhalt eben so dicht wie die Erde, dann würde sie allen den Weltkörpern, die sich um sie bewegen, eine beiläufig nur halb so lange Umlaufszeit verstatten; ein Jahr der Erde würde noch nicht volle 6 Monate dauern.

Aus der anziehenden Kraft, mit welcher die Weltkörper auf andere, ferne von ihnen stehende Körper wirken, hat man auch berechnet, wie groß diese Wirkung an ihrer Oberfläche seyn müsse. Man hat auf diese Weise gefunden, daß auf der Oberfläche der Sonnenkugel, weil diese, ungeachtet ihrer verhältnißmäßig geringeren Dichtigkeit, doch eine ungeheure Masse (337,000mal größer als die der Erde) bildet, ein Stein, der auf Erden 1 Pfund wiegt, nur durch eine Kraft vom Boden aufgehoben werden könnte, womit man bei uns ein Gewicht von 28 Pfund und 11 Loth aufhebt; ein Körper von 16 Pfund würde auf der Sonne gleich $4^1/_2$

Centnern lasten. Auch auf der Oberfläche des Jupiter gehörte beiläufig eine 2½mal so große Kraft als auf Erden dazu, um ein bestimmtes Gewicht emporzuheben, dagegen auf Saturn und Uranus nicht mehr, auf den Asteroiden, auf Mars und dem Monde viel weniger Mühe als bei uns.

In welche Tiefen und Fernen der Erkenntnisse des sichtbaren Wesens ist der Geist des Menschen vorgedrungen, und wie hat er hiedurch nach seinem Maaße die innere Verwandtschaft seines Wesens mit dem allumfassenden, allbedenkenden Geiste des Schöpfers so klar beurkundet! Möchte er nur auch auf der Bahn eines höheren, himmlischen Erkennens und Lebens jene Verwandtschaft niemals vergessen noch verläugnen!

7. Die Umdrehung der Weltkörper um ihre Axe.

Wer hätte es vor Alters gewagt, das auszusprechen, daß der Lichtquell für die planetarische Körperwelt selber, die Sonne, kein lauteres Feuer, kein reiner Lichtkörper, sondern daß auch sie voller Flecken und Runzeln sey. Diese Eigenschaften eines dem Wechsel unterworfenen endlichen Wesens vermag freilich das Menschenauge, für sich allein, nicht an der Königin der Gestirne zu bemerken, wohl aber mit Hülfe des Fernrohres. Bald nach der Erfindung von diesem, in den Jahren 1610 und 1611, entdeckten fast zu gleicher Zeit Christoph Scheiner in Ingolstadt, Johann Fabricius in Ostfriesland und Thomas Harriot in England, mitten in der leuchtenden Sonnenscheibe dunkle Flecken, welche nicht an einer und derselben Stelle stehen blieben, sondern ganz augenscheinlich in einer fortrückenden Bewegung von West nach Ost sich befanden. Jene dunklen Flecken, die man zu Anfang der Woche genau in der Mitte der Scheibe hatte stehen sehen, waren am Ende der Woche an den westlichen Rand, andere, die man damals nahe beim östlichen Saum bemerkt

hatte, waren zur Mitte vorgerückt. Obgleich nun diese Flecken sowohl ihrer Stellung als auch ihrer Form und Gestalt nach Veränderungen unterworfen sind, so daß sie bald größer bald kleiner werden und meist nach einiger Zeit wieder ganz verschwinden, geschieht es doch auch nicht selten, daß ein und derselbe ausgezeichnet größere Sonnenfleck, oder daß eine auffallend gestaltete Gruppe von kleineren Flecken, Wochen, ja Monate lang kenntlich bleiben. An solchen hat man die Beobachtung gemacht, daß, wenn sie jetzt am Westrande der Sonnenscheibe verschwunden waren, sie nach 13¾ Tagen am Ostrande wieder zum Vorschein kamen, dann allmählig nach der Mitte vorrückten und nach abermals 13¾ Tagen sich von neuem, am Westrande, dem Blick entzogen. Aus der Richtung und aus der gleichmäßigen Dauer dieser Bewegungen schloßen bereits die ersten Entdecker der Sonnenflecken, daß auch die Sonne, gleich unsrer Erde, von West nach Ost um ihre Axe sich bewege und zwar der Wirklichkeit nach in 25½ Tagen einmal, scheinbar aber, weil indeß auch die Erde auf ihrer Bahn von West nach Osten weiter vorgerückt ist, in 27½ Tagen.

Und bei allen andern, nicht allzu lichtschwachen planetarischen Weltkörpern unsres Sonnensystemes, hat man, entweder an ihrer Oberfläche oder an gewissen, länger andauernden Erscheinungen ihrer Atmosphären Anhaltspunkte für die Beobachtung durch das Fernrohr gefunden, welche zur Entdeckung einer Rotationsbewegung derselben Veranlassung gaben. Man bemerkte nämlich auch, daß jene Punkte eben so wenig als die Sonnenflecken beständig an demselben Ort der Scheibe stehen blieben, sondern daß dieselben in längerer oder kürzerer Zeit von West nach Ost weiter rückten. Hieraus ergab es sich, daß diese Weltkörper, ebenso wie die Sonne, eine Bewegung von West nach Ost um ihre Axe haben, so daß ihnen im Verlauf eines jeden ihrer Tage die Sonne einmal auf-, einmal untergeht. Die

Dauer dieser Tage ist zwar verschieden, doch bemerkt man, daß dieselbe bei den 4 sonnennäheren Planeten, von Mercur bis Mars, sich ziemlich nahe gleich komme, und daß sie auch bei den jenseits der Asteroidenbahnen gelegenen, größeren Planeten eine solche annähernde Uebereinstimmung zeige. Denn auf Mercur dauert ein Tag, fast genau so wie auf der Erde, 24 Stunden, auf Venus nur 23 Stunden 21 Minuten, bei Mars 24 Stunden $37^2/_5$ Minuten. Dagegen bewegt sich der große Jupiter schon in 9 Stunden 56 Minuten, Saturn in $10^1/_2$ Stunden um seine Axe; die Dauer eines einzelnen Tages kommt mithin bei diesen Planeten noch nicht einmal der eines halben Erdentages gleich.

8. Die Oberflächen und die Dunsthüllen der Sonne und der Planeten.

Daß die vorhin erwähnten Flecken auf der Sonnenscheibe keine festen Theile ihrer Oberfläche seyen, ließ sich schon aus der Veränderlichkeit ihrer Gestalt vermuthen. Wenn ein solcher Fleck an dem Saume des Randes steht, dann erscheint er, durch gute Fernröhre betrachtet, nicht als eine vorragende oder ebene Stelle, sondern als eine Eintiefung. Ja die ganze Oberfläche der Sonne, auch da wo keine Flecken sind, sondern wo nur jenes hellglänzende Licht gefunden wird, welches ohne Anwendung von dunkelfarbigen Gläsern kein menschliches Auge ertragen könnte, zeigt sich durch starke Fernröhre nicht wie eine glatte Ebene, sondern voll feiner Unebenheiten. Manche Stellen glänzen stärker als andere; es scheint als habe sich an ihnen der leuchtende Stoff in größerer Masse zusammengehäuft; zwischen diesen heller glänzenden Erhöhungen ziehen sich weniger glänzende, zarte, rinnenartige Eintiefungen hin, so daß ein berühmter Sternkundiger des vorigen Menschenalters, der ältere Herschel, das Aussehen der Sonnenoberfläche mit dem einer reifen Orange, außen an

ihrer feinrunzlichen Schaale vergleicht. Diese seltsamen Erscheinungen sind eben so wenig als die Flecken etwas Feststehendes, sondern sie sind einer beständigen Veränderung ihrer Form, einem Aus- und Ineinanderfließen ihrer Umrisse unterworfen. Daraus hat man geschlossen, daß es eine leuchtende, elastisch flüssige Dunsthülle sey, welche dem mächtigen Sonnenkörper sein weitstrahlendes Licht, wie seine erwärmende Kraft verleihet, und daß die Sonnenflecken solche Stellen sind, an denen sich die leuchtende Hülle etwas zurück und hinweggezogen hat, während sie an andern nachbarlichen Stellen sich zu stärker glänzenden Massen — den sogenannten Sonnenfackeln — zusammenhäufte. Da uns jene ersteren Stellen, von denen sich die Lichtsphäre hinweggezogen hat und an denen mithin der eigentliche, unter ihr gelegene Sonnenkörper zum Vorschein kommt, dunkel (als Flecken) erscheinen, hat man daraus geschlossen, daß jener große Weltkörper für sich allein eben so wenig selberleuchtend sey, als die Oberfläche der Planeten, sondern daß ihm sein Licht von oben her, aus seinem scheinbar feuerflüssigen, höheren Dunstkreise zukomme, welcher in einer Höhe von 500 bis 600 Meilen die Oberfläche des Sonnenkörpers umschwebt. Die Sonnenflecken haben nicht selten einen scheinbaren Durchmesser von einer Minute, woraus sich ihr wirklicher Durchmesser zu 6400 Meilen berechnen läßt. Bei solchen großen Eröffnungen der leuchtenden Verhüllung glaubten mehrere Astronomen auf der Oberfläche der Sonne Gebirge von einer mehr denn 100 Meilen betragenden Höhe, so wie zwischen der Lichtsphäre und dem festen Körper noch eine zweite, tiefer gelegene Atmosphäre bemerkt zu haben, welche öfteren eigenthümlichen Verdunkelungen (dichten Wolkenbildungen) ausgesetzt ist.

Die beiden unteren Planeten, Mercur und Venus, deren Bahnen zwischen der Erdbahn und der Sonne liegen, können ebenso, wie der Mond, bei ihrem Umlauf eine solche Stellung gegen die Erde annehmen, daß sie

uns einmal, als ein Neumond im Kleinen, ihre von der Sonne abgekehrte, unbeleuchtete Seite, dann einen kleinen, sichelförmigen Theil, hierauf die Hälfte der beleuchteten Seite, endlich, jenseits der Sonne stehend, ihre volle Lichtscheibe zuwenden, worauf sie von neuem, indem sie wieder in die Gegend des Himmels treten, wo sich gerade die Erde auf ihrer Bahn befindet, bis zur halben, ja bis zur sichelförmigen Lichtgestalt abnehmen. Bei der Venus fallen, weil sie uns ungleich näher steht und von viel größerem körperlichem Umfang ist, jene verschiedenen Stellungen zur Erde sehr leicht, bei Mercur wegen seiner niedern Stellung am Abend- oder Morgenhimmel, dazu auch wegen seiner Kleinheit und Ferne, nur schwer und selten in das unbewaffnete Auge; die vorhin erwähnten Lichtgestalten aber können an beiden nur durch das Fernrohr bemerkt werden. Bei der Venus verhält es sich darin ebenso wie beim Monde, daß sie dann, wenn sie vor der Sonne hergeht, wenn sie früher aufgeht als diese, und mithin als Morgenstern am Himmel glänzt, im Zunehmen, dagegen dann, wenn sie der Sonne nachfolgt, später als diese aufgeht, und mithin als Abendstern erscheint, im Abnehmen ihrer Scheibengestalt sich befindet. Während dagegen der Mond, weil er immer als Begleiter bei der Erde bleibt und zunächst um diese seine Bahn beschreibt, dann, wenn er voll ist, in der weitesten scheinbaren Entfernung von der Sonne steht, so daß er aufgeht, wenn diese untergeht, kann dieses bei der Venus, welche nur um die Sonne ihre Bahn beschreibt, niemals der Fall seyn. Diese steht dann, wenn für uns ihre ganze Scheibe beleuchtet ist, gerade jenseits und darum scheinbar bei der Sonne, in deren hellen Strahlen sie uns gegen 14 Tage lang aus dem Auge verschwindet. Ueberdies erscheint sie uns gerade dann, wenn sie im vollsten Lichte dasteht, am kleinsten, denn sie ist jetzt um einen ganzen Durchmesser ihrer Bahn, d. h. um nahe 30 Millionen Meilen weiter von uns entfernt als da, wo sie als

Neuvenus gerade zwischen der Sonne und Erde, oder in Sichelgestalt schon nahe an diesem Punkt der Angränzung sich befindet.

Wenn unser Planet beständig an einem Orte seiner Bahn stille stände und nur die Venus allein um die Sonne sich bewegte, dann würden wir jedesmal im Verlauf von 224 Tagen 10 St. 49 Min., d. h. während der Dauer eines Venusjahres, die eben beschriebenen Stellungen sich wiederholen sehen. Nachdem unser Nachbarplanet, als Neuvenus, wobei ohnehin seine unbeleuchtete Halbkugel uns zugewendet ist, eine Zeitlang (wenigstens $7^1/_2$ mal so lang als der Neumond) bei der Sonne für unser Auge unsichtbar gewesen wäre, würde er als Morgenstern erscheinen und allmählig immer weiter von dieser sich entfernen, immer früher vor ihr aufgehen, bis er nach 8 Wochen als erstes Viertel, oder halb beleuchtet, an jenen Theil seiner Bahn käme, der sich jenseits und hinter der Sonne herumzieht. Von diesem Punkte an würde er abermals scheinbar der Sonne sich nähern, immer später aufgehen, bis nach abermals 8 Wochen sein Aufgang mit dem der Sonne zusammenfiele, in deren Strahlen er schon eine Woche vorher, so wie nachher, als Vollvenus uns verschwunden seyn würde. Wenn wir ihn dann zuerst wieder als Abendstern niedrig am Himmel und nur auf kurze Zeit erblickten, wäre seine Scheibe dem abnehmenden Monde in den ersten Tagen nach dem Vollmonde gleich. Er bliebe uns jetzt immer länger und höher am Himmel stehen, bis er nach 8 Wochen, im letzten Viertel (als Halbscheibe), seine weiteste scheinbare Entfernung von der Sonne und zugleich jenen Punkt seiner Bahn erreicht hätte, wo diese diesseits der Sonne der Stellung der Erde sich näherte. Während nun jetzt die Form der halben Scheibe sich immer mehr in die der Sichel verwandeln würde, rückte die Venus immer näher an uns heran, zeigte sich in einem immer größeren Durchmesser und eine Zeitlang in einem vorzüglich hellern

Lichte, bis zuletzt ein immer kleinerer Theil ihrer beleuchteten Scheibe uns noch augenfällig bliebe, und nach abermals 8 Wochen der ganze Umlauf im Moment der Neuvenus-Stellung sich endigte.

Aber die Erde steht, während jener allerdings raschere Nachbarplanet auf seiner Bahn um die Sonne weiter schreitet, auf der ihrigen auch nicht still; wenn deßhalb die Venus wieder an jenen Punkt ihrer Bahn kommt, wo sie bei ihrem vorigen Umlaufe von den Erdbewohnern als Abendstern im hellsten Glanze gesehen wurde, ist indeß unsere Erde schon über jenen Punkt hinausgerückt, wo jene für ein am ersten Orte stehengebliebenes Auge Morgenstern im abnehmenden Glanze gewesen wäre, und so legt in demselben Verhältniß die Erde gleichzeitig immer einen mehr denn halb so großen Theil ihrer Bahn zurück als die Venus, und es dauert länger als $2^1/_7$ Venusjahre (584 Erdentage), bis dahin, wo beide Planeten wieder genau in dieselbe Stellung zu einander und zur Sonne treten können. Man nennt diesen zuletzt beschriebenen, scheinbaren Umlauf der Venus, so wie aller andern Planeten, den synodischen; den eigentlichen, wahren Umlauf um die Sonne aber den periodischen. Der erstere Name deutet zunächst an, daß wir auf unserm Weltenfuhrwerk schneller oder langsamer wieder in dieselbe Stellung zu einem andern Weltkörper getreten sind, wo dieser in gleicher Linie mit der Erde und Sonne stehend, in den Strahlen der letzteren uns verschwand, was bei Mars nach 780, bei Jupiter schon nach 399, bei Saturn nach 378 Tagen geschieht.

Dieses Verhältniß des scheinbaren und wirklichen Umlaufes wußten schon die Sternkundigen des Alterthums, denn es ist ohne Hülfe des Fernrohrs mit bloßem Auge erkennbar; wir wenden uns aber nun wieder zu den Erscheinungen zurück, welche nur durch das Fernrohr wahrnehmbar, sowohl über die Axendrehung der beiden untern Planeten, als auch über die Natur-

beschaffenheit ihrer Oberflächen die bedeutendsten Aufschlüsse gegeben haben.

Wenn uns der Mond in Sichelgestalt oder in irgend einer andern Form seiner nicht ganz gefüllten Scheibe erscheint, dann bemerken wir fast schon mit bloßen Augen, wenigstens aber doch durch Fernröhre auch von schwach vergrößernder Kraft, daß der innere Rand nicht glatt abgeschnitten, sondern in mannigfacher Weise ungleich und ausgezackt sey. Dunkle Stellen treten mehr oder minder weit über die Beleuchtungsgränze hinein; einzelne helle Punkte heben sich außerhalb dieser Gränze über den dunkeln Grund hervor. Diese helleren Stellen in und neben den dunkleren sind offenbar nichts Anderes als Berggipfel, auf denen die Sonne früher als über dem noch beschatteten Thale aufgegangen, oder auf denen sie noch nicht untergegangen ist; und je weiter die hellen Punkte außerhalb der Beleuchtungsgränze sich zeigen, desto höher müssen die Berge seyn, deren Gipfel wir dort von der Sonne beschienen erblicken. Bei Venus wie bei Mercur nimmt man, wenn sie in sichelförmiger Form sich zeigen, dieselben Erscheinungen wie beim Monde wahr, und aus ihrer genaueren Beobachtung hat man erkannt, daß jene beiden untern Planeten eine hochgebirgige Oberfläche haben. Namentlich scheint dieses bei Mercur der Fall zu seyn, um welchen sich überdies eine Dunsthülle zeigt, welche öfteren und plötzlichen Trübungen oder ganz eigenthümlichen Veränderungen ihrer Durchsichtigkeit unterworfen ist. Da es sich überdieß auch aus der Beobachtung der schon erwähnten Lichtpunkte ergeben hat, daß die Axe des Mercur nicht in senkrechter Richtung auf der Ebene seiner Bahn aufrecht steht, sondern fast unter demselben Winkel gegen diese geneigt ist, als die Axe der Erde auf ihrer Bahnebene, woraus, wie wir später andeuten werden, die Verschiedenheit der Jahreszeiten hervorgeht, läßt sich vermuthen, daß, wie schon erwähnt, den etwaigen Bewohnern des Mercur in ihren hohen Gebirgsländern die kräftige, strah-

lende Sonne nicht zu lästig werden könne. Auch die Oberfläche der Venus besteht vorherrschend aus hohem Gebirgsland, welches die Strahlen der Sonne in solcher Weise zurückwirft, daß unsere Astronomen sich bei den nächtlichen Beobachtungen dieses schönen Nachbarplaneten durch Fernröhre von seinem fast sonnenartigen Glanze geblendet fühlen. An der Dunsthülle der Venus, welche nur selten solche augenfällige Umwölkungen zeigt, hat man überdies, wie an der der Erde, die Erscheinung der Morgen- und Abenddämmerung wahrgenommen.

Jener Nachbarplanet, welcher seine Bahn um die Sonne zunächst außerhalb der Erdbahn beschreibt, der Mars, hat durch seine Naturverhältnisse ein ganz besonderes Interesse für uns Erdenbewohner, weil er unserem Planeten in jener Hinsicht sehr nahe verwandt scheint. Zwar können wir den Mars, eben deßhalb, weil seine Bahn außerhalb der Erdbahn liegt, niemals so wie Venus und Mercur sichelförmig oder halbvoll sehen, sondern auch dann, wenn er uns seitwärts steht, erscheint er uns nur so, wie die Mondscheibe etliche Tage vor oder nach dem Vollmond. Wir können deshalb nicht so, wie auf Venus, Gebirgshöhen auf der Oberfläche des Mars unterscheiden. Dagegen verschwindet uns dieser Planet, wenn er uns am nächsten steht, nicht so, wie die Venus, in den Strahlen der Sonne, sondern scheint dann, wie der Vollmond, die ganze Nacht am Himmel, und läßt sich einige Monate lang durch das Fernrohr als ansehnliche Scheibe beobachten. Bei dieser Gelegenheit unterscheidet man auf ihm helle und dunkle Flecken. Die letzteren scheinen Meere zu seyn, und es ist dann bemerkenswerth, daß die Anhäufungen des Gewässers auch bei diesem Planeten, wie bei unserer Erde, in vorherrschender Menge an der südlichen Halbkugel vorkommen, während die nördliche vorwaltende Massen des Festlandes enthält. Außer diesen helleren und dunkleren Flecken bemerkt man auch noch auf Mars zwei mit einander in gerader Linie stehende

Stellen, die sich durch eine ganz besonders glänzende, weiße Farbe auszeichnen. Aus der Richtung der Axendrehung, über welche uns vornämlich das Fortrücken der dunkeln Flecken belehrt, erkennt man, daß jene beiden weißen Stellen in die Gegenden des Nordpols und des Südpols fallen, und da überdieß die erstere an Größe ab-, die letztere zunimmt, wenn der Nordpol gerade seinen Sommer hat, und das Umgekehrte stattfindet, wenn es auf der südlichen Mars-Halbkugel Sommer ist, so kann man jene hellweiße Zonen für nichts anderes als für Schnee halten. Die Axe des Mars ist noch etwas stärker gegen die Ebene seiner Bahn geneigt, als die der Erde auf der Ebene der ihrigen; die Verschiedenheit der Jahreszeiten und Tageslängen muß deshalb dort größer seyn als bei uns. Ueberdieß weicht auch die Gestalt der Marsbahn viel mehr von der Kreisform ab (ist mehr elliptisch) als die Erdbahn, so daß Mars in der Zeit seiner Sonnennähe fast um $^1/_6$, die Erde in der ihrigen um $^1/_{30}$ der Sonne näher steht, als in der Zeit der Sonnenferne. Da die Bahnbewegung in demselben Verhältniß während der Zeit der Sonnennähe schneller, zur Zeit der Sonnenferne dagegen langsamer ist, hat selbst auf unserer Erde die nördliche Halbkugel einen um 8 Tage kürzeren Winter und einen eben so viel längeren Sommer als die südliche, weil auf jener die Zeit ihres Winters mit der der Sonnennähe, die des Sommers mit der Sonnenferne nahe übereintrifft. Bei Mars dagegen beträgt der Unterschied gegen 76 seiner eigenen Tage, und auch bei ihm fällt der Vortheil der nördlichen Halbkugel zu, welche einen um 76 Tage längeren, gemäßigten Sommer, und einen kurzen, milden Winter hat, während die freilich größeren Theils vom Meer bedeckte, südliche Halbkugel das Loos eines kurzen, heißen Sommers und eines langen, strengen Winters trifft. Mars hat, wie dieß schon die röthliche Färbung andeutet, in welcher

er meist uns in's Auge fällt, eine wenigstens eben so dichte Atmosphäre als unsere Erde.

Von den Asteroiden haben uns selbst die Beobachtungen durch Fernröhre fast nichts Weiteres gelehrt, als die Beschaffenheit ihrer wundervoll verschlungenen Bahnen, auf denen sie zuweilen sich bedeutend einander nähern, niemals aber sich so nahe kommen können, daß die Bewegung des einen dieser kleinen Planeten durch die des andern gestört würde. Dagegen kennt man an Jupiter seit der Anwendung selbst nur mittelmäßig starker Fernröhre mehrere Eigenthümlichkeiten in der Beschaffenheit und Gestalt seiner Kugel, so wie seiner Dunsthülle, wodurch dieser große Planet sich in sehr augenfälliger Weise von den vier der Sonne am nächsten stehenden Planeten (Mercur bis Mars) unterscheidet. Dahin gehören jene zum Theil sehr breiten, dunkeln Streifen, welche parallel mit der Richtung seines Aequators über seine Scheibe sich hinziehen. Man hält sie für Wolkenbildungen in seiner hohen und dichten Dunsthülle, wodurch einem großen Theile der Oberfläche dieses Planeten auf lange Zeiten hin die unmittelbare Einwirkung des Sonnenlichts entzogen werden muß; denn jener Wolkengürtel, der sich nahe bei seinem Aequator über den Jupiter hinzieht, hat, seitdem man ihn durch Fernröhre beobachtet (seit länger als 200 Jahren), seine Gestalt und Ausdehnung nur sehr wenig verändert, während die andern Streifen zuweilen örtlichen Auflösungen und Zertheilungen unterworfen sind. Die Scheibe des Jupiter gleicht mehr der Gestalt eines Apfels als eines vollkommenen Kreises; sie ist an ihren Polen so stark abgeplattet, daß ihr Durchmesser unter dem Aequator sich zu dem in der Gegend der Pole wie 14 zu 13 verhält. Das Licht, in welchem dieser Planet als Stern unter andern Sternen uns leuchtet, ist wenigstens zweimal heller als es der Berechnung nach seyn würde, wenn ein Weltkörper von der Größe des Jupiter, dabei aber von der Beschaffenheit der Atmosphäre und festen

Oberfläche der Erde oder des Mars, in solchem Abstand von der Sonne nur das von dieser empfangene Licht zurückstrahlte. Das Sonnenlicht muß daher auf ihn mit einer größern Kraft der Erleuchtung wirken, als auf die eben genannten, sonnennäheren Planeten. Der Unterschied der Jahreszeiten müßte auf Jupiter, wenn wir an ihn den Maaßstab unserer irdischen Naturverhältnisse anlegen dürften, nur sehr gering seyn, denn die Neigung seiner Axe auf der Ebene der Bahn beträgt nur 3 Grade.

Der sonderbarste, in seiner Gestaltung räthselhafteste unter allen Planeten unsers Sonnensystems ist und bleibt immer der Saturn. Als diesen der berühmte italienische Astronom Galilei zuerst durch sein Fernrohr betrachtet und das, was er gesehen, öffentlich bekannt gemacht hatte, da erregte dieß eine größere, allgemeine Theilnahme unter den damaligen Freunden der Naturkunde, als etwa in unsern Tagen die Entdeckung eines noch von keinem Seefahrer gesehenen Polarlandes. Galilei glaubte durch sein noch ziemlich unvollkommenes Fernrohr an den Seiten der Saturnuskugel zwei unveränderlich feststehende Mondkugeln zu bemerken. Schon diese Zusammenfügung dreier Weltenmassen zu einer war etwas Unerwartetes; noch seltsamer aber erschien es, daß die vermeintlichen, engverbundenen Begleiter nach einiger Zeit wieder ganz aus dem Auge verschwanden, als hätten sie niemals in der Wirklichkeit, sondern nur in der Einbildung der Sternseher bestanden. Aber die Ehre von diesen wurde bald gerettet. Denn die beiden Anhänge erschienen wieder, und als nun auch die Fernröhre eine bedeutende Verbesserung erhalten hatten, da erkannte man, daß das, was Galilei zuerst gesehen, ein Ringgewölbe sei, welches die Kugel des Planeten gerade in ihrer Mitte frei umschwebt. Dieses wundersame Ringgewölbe, das von seinem innern bis zu seinem äußern Saum eine Breite von fast 6000 Meilen und dabei nur eine Dicke von etwa 100, ja, nach andern Angaben, wenigstens stellenweise nur von 30 Mei-

len hat, steht, ebenso wie der Aequator der Saturnuskugel, nicht genau in einer Linie mit der Ebene der Erdbahn, sondern es ist gegen diese um mehr als 28 Grad geneigt, so daß wir dasselbe zweimal in einem Saturnusjahre, wenn der Planet in der Mitte des Sternbildes der Zwillinge oder des Schützen steht, einem großen Theil seiner Breite nach überschauen, zweimal aber, wenn derselbe in der Mitte des Sternbildes der Fische und der Jungfrau sich befindet, dasselbe aus dem Gesichtskreis selbst unserer mehr als mittelmäßigen Fernröhre verschwinden sehen, weil dann nur die sehr dünne, schmale Schneide desselben uns zugewendet ist. So weit hatte der scharfblickende Astronom Huyghens im Jahr 1660 schon den richtigen Grund des Erscheinens und Verschwindens des Saturnusringes, so wie die ohngefähre Gestalt von diesem erkannt; als aber gegen Ende des vorigen Jahrhunderts die Fernröhre noch ungleich mehr verstärkt und verbessert worden waren, da erkannte man, daß das Ringgewölbe nicht aus einem, sondern zunächst aus zwei Stücken bestehe, an deren äußerstem sich hin und wieder, gleich Rissen und Sprüngen, mehrere, vielleicht nicht durch die ganze Fläche gehende, kleinere Theilungslinien finden. Von der Oberfläche des Saturn bis zum innern Saume des zunächst angränzenden, ersten Ringes ist ein Zwischenraum von 4600 Meilen, dann dehnt sich dieser erste Ring zu einer Breite von 3733 Meilen aus, hierauf folgt wieder ein Zwischenraum von etwa 390 Meilen, jenseits welchem der äußere Ring in einer Breite von mehr als 1900 Meilen um den innern sich herumlegt. So nimmt Saturn mit seinem Doppelringe einen Raum ein, dessen Durchmesser gegen 38000 Meilen bedeckt. Und auch das Ringgewölbe steht nicht, wie man früher gemeint hat, in unverrückbarer Stellung um seinen Weltkörper still, sondern es ist, wie alle andern Weltkörper, einer unaufhörlichen Bewegung um seine eigene Mitte unterworfen, und wenigstens von dem innern Ringe weiß

man es, daß derselbe in der gleichen Zeit wie sein Planet, in 10½ Stunden, einmal um seine Axe sich schwinge.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, daß man allerdings schon Vieles von der Gestaltung der beiden Saturnusringe weiß; aber ist damit auch das Räthsel dieser Erscheinung, die eigentliche Bedeutung und Bestimmung des Ringgewölbes gelöst? Keineswegs. — Man denke sich einmal so, als wohnte man dort, auf den Saturn hin. In den Polargegenden dieses Planeten wird jenes, im Glanz des Sonnenlichtes strahlende Ringgewölbe niemals gesehen; die Bewohner der mittleren Breitengrade können dasselbe zwar seiner Breite nach überschauen, aber nur während ihrer Sommertage, und auch dann nur während auch ihnen die Sonne am Himmel stehet, so wie einige Zeit nach und vor dem Untergang oder Aufgang derselben. Während ihres langen, fast 15 Erdenjahre dauernden Winters, könnte das Ringgewölbe für sie nur ein Gegenstand der Furcht und des Schreckens seyn. Denn dann ist nicht seine beleuchtete, sondern seine von der Sonne unbeleuchtete Seite ihnen zugewendet. Von dieser sehen sie eben so wenig etwas, als wir von dem Neumond, und dieses Verschwinden aus dem Auge wäre noch leicht zu verschmerzen, wenn dann der Ring nicht zugleich seinen Schatten auf weit ausgedehnte Flächen der Planetenoberfläche fallen ließe, welche hiedurch eine unaufhörliche Sonnenfinsterniß zu erleiden haben, so total, wie niemals eine auf Erden seyn kann. Hier verläßt uns unsere Erdenweisheit, unser Wissen von gestern her, womit wir sonst so rasch über Absicht und Nutzen der Dinge urtheilen, gänzlich; doch Der hat es so gemacht, der noch niemals was versehen in seinem Regimente.

Die Saturnskugel ist an ihren Polen noch stärker abgeplattet als Jupiter, so daß der Durchmesser am Aequator zu dem durch die Pole sich verhält wie 10 zu 9. Ueber ihre Scheibe ziehen sich, eben so wie beim

Jupiter, in gleicher Linie mit dem Aequator, dunkle Streifen hin, welche für Wolkenbildungen gehalten werden. Der eigentliche Körper des Planeten ist, wie schon erwähnt, der Berechnung nach von überaus geringer Dichtigkeit; die Masse des Ringgewölbes scheint von dichterer Beschaffenheit zu seyn. Wenn uns Saturn das von der Sonne empfangene Licht nur in dem Maaße zurückstrahlte, in welchem dieses ein Planet von der Beschaffenheit unsrer Erde, bei gleicher Größe und Entfernung von der Sonne thun würde, dann erschiene derselbe, der Berechnung nach, unserem Auge in einem wenigstens dreimal schwächeren Lichte. Auch auf diesem Planeten muß deßhalb, wahrscheinlich vermöge einer höheren Erregbarkeit seiner Dunsthülle, das Sonnenlicht mit seiner erleuchtenden (und erwärmenden) Kraft stärker einwirken, als verhältnißmäßig auf unsern Planeten. Der Unterschied der Jahreszeiten kann auf Saturn schon in Folge der starken Neigung seiner Axe auf der Ebene der Bahn ungleich größer seyn als auf der Erde; auch steht jene Halbkugel, deren Winterzeit mit der Sonnenferne näher zusammenfällt, in großem Nachtheile zu der andern Halbkugel, denn das Verhältniß der Abstände des Saturn von der Sonne an den beiden Enden ihrer elliptischen Bahn ist wie 8 zu 9; der Planet bedarf zu dem Durchlaufen der einen Hälfte seiner Bahn einer viel längern Zeit als zum Zurücklegen der andern. Welch' sonderbares anscheinendes Mißverhältniß bestehet überhaupt zwischen der Länge der einzelnen Tage und der Jahreszeiten des Saturn! Wenn unter seinem Aequator, wo der Tag an Länge sich fast immer gleich bleibt, am Morgen die Sonne aufgeht, dann hat sie schon nach 2 Stunden 37 Minuten ihre Mittagshöhe erstiegen, und in derselben Zeit senkt sie sich auch wieder vom Scheitelpunkt nach dem westlichen Horizont herunter, denn zu ihrem ganzen Tageslauf, vom Aufgehen bis zum Niedergehen, bedarf sie nur $5^1/_4$ Stunden, und eben so kurz ist die Dauer der Nacht,

welche mit dem Tage wechselt. Gegen 24,600mal erreicht dort, vermöge des täglichen Umschwunges des Planeten um seine Axe, die Sonne ihren täglichen, höchsten Stand, ehe sie einmal im Verlauf des langen Jahres auf der einen oder anderen Halbkugel zu dem Punkt der Sommer-Sonnenwende gelangt; die einzelnen Tage eilen daselbst im Fluge, die Jahre schleichen mit Blei an den Füßen vorüber. Hätte man gegen einen Astronomen des Alterthums die Vermuthung aufgestellt, daß es einen Planeten geben könne, dessen Masse, wenigstens an der Oberfläche, von so lockerem Gefüge wäre als unser Korkholz, und selbst im Ganzen, von geringerer Eigenschwere als das Wasser, und welcher dennoch das Sonnenlicht wenigstens dreimal so stark zurückstrahlte als das Festland der Erde; hätte man ihm von dem schnellen Umschwung eines solchen Planeten um seine Axe, von einem Doppelringgewölbe aus festerer Masse, welches frei ihn umschwebt, erzählt, er würde solches gleich den Phantasieen eines Fieberkranken verlacht haben. Und dennoch sind alle diese Züge an Saturn durch die Beobachtungen der neueren Zeit mit Sicherheit anerkannt und wirklich nachgewiesen worden. Bei Erscheinungen solcher Art, wie wir an Saturn und seinem Ringgewölbe bemerkten, ist das Buch der Natur für uns in einer auf Erden unbekannten Sprache geschrieben. Wir wissen aber dennoch, daß sein Inhalt auch hier derselbe seyn werde, welcher er in allen Capiteln des Buches der Werke ist: ein Preis Dessen, der Alles weislich geordnet hat, der Alles schuf und erhält durch Sein allmächtiges Wort.

Von der Naturbeschaffenheit des Uranus erkennen wir, wegen seines weiten Abstandes von uns, nur wenig. Denn wie ein kleiner Spazierweg von etwa 1700 Schritten zu der Entfernung der Stadt Peking in China von Nürnberg, verhält sich der Abstand des Mondes von der Erde zu der des Uranus (wie 1 zu

7762); auch bei einer tausendfältigen Vergrößerung unserer Fernröhre sehen wir ihn nur so, wie er sich dem blosen Auge aus einer Ferne von nahe 400,000 Meilen darstellen würde. Obgleich der Berechnung nach die Sonne, vom Uranus aus gesehen, nur als eine Scheibe von der Größe einer Weichselkirsche erscheinen könnte, strahlt er dennoch ein wenigstens 4mal stärkeres Licht zurück, als man diesem Verhältniß nach vermuthen sollte. Er scheint von einer sehr dichten Dunsthülle umgeben. Aus der Lage der Bahnen, welche seine Monde um ihn beschreiben, hat man einen freilich sehr sonderbar erscheinenden Schluß auf die Axe des Uranus gezogen. Alle bei uns bekannten Mondbahnen unseres Sonnensystems liegen nämlich in gleicher Ebene mit dem Aequator ihres Planeten, und weichen im Durchschnitt nur so viel von der Ebene der Bahn dieses Hauptkörpers um die Sonne ab, als die Neigung seiner Axe beträgt. Die Linie, in welcher die Bahnen der Monde des Uranus liegen, steht fast senkrecht auf der Ebene seiner Bahn um die Sonne, seine Axe müßte demnach so stark gegen diese Ebene geneigt seyn, daß sie fast wagrecht (horizontal) auf ihr läge. Die Folge hiervon würde seyn, daß auf Uranus kein eigentlicher Wechsel zwischen Tag und Nacht, sondern nur zwischen Sommer und Winter statt finden könnte. Einmal während seines 84 Erdenjahre dauernden Jahres würde die Sonne auch die Gegenden seiner Pole — jetzt die des nördlichen, dann die des südlichen — in so ganz oder fast senkrechter Stellung bescheinen, wie bei uns die Gegenden der Wendekreise in ihren Sommertagen. Ueberhaupt würde jeder Pol 21 Erdenjahre lang, ohne das Zwischentreten einer Nacht, einen beständigen Sommertag bei einem Stand der Sonne genießen, welcher dem gleich käme, den bei uns die Länder zwischen der Linie und dem 45. Grad der Breite während ihrer Sommertage haben. Zweimal im Jahre, das eine Mal im Frühling, das andere Mal im Herbste, träte für

die Polargegenden des Uranus eine im Mittel $10^1/_2$ Erdenjahre dauernde Periode ein, während welcher der Stand der Sonne in auf- und abwärts-steigender Ordnung alle jene Stufen durchliefe, welche er bei uns in den zwischen dem 46. und 90. Breitegrad vom Frühling bis zum Herbste einnimmt. Bald aber nach der Herbstnachtgleiche würde dann für jene ganze Halbkugel des Uranus, welche bisher 42 Erdenjahre lang beständigen Tag und Sommer hatte, eine eben so lange Zeit des Winters und einer Nacht eintreten, deren Dunkel freilich durch die Naturbeschaffenheit des Dunstkreises dieses Planeten sehr gemildert werden könnte. Denn diese außerordentlich dichte Dunsthülle gleicht, in einem noch höheren Grade als die des Saturn und des Jupiter, der Bekleidung unserer Polarthiere mit dichtem Pelzwerk oder Flaumenfedern, während die Atmosphären des Merkurs und der Venus dagegen nur wie leichte Schleier erscheinen, welche gegen die Gluth der Sonnenstrahlen Schirm und Schatten geben. Während dann die eine Halbkugel des Uranus ihre lange Nacht antritt, beginnt der 42jährige Sommertag für die andere Halbkugel.

Wie ganz anders sind die Naturverhältnisse des fernsten der Planeten, als die unserer Erde. Wie mannichfach und wunderlich in unseren Augen sind die Werke des HErrn, und dennoch sind sie alle ein Abglanz der Herrlichkeit und Weisheit ihres Meisters.

Im Allgemeinen erwähnen wir nur noch von den bisher nach ihren wichtigsten Eigenthümlichkeiten betrachteten Planeten, daß die Lage ihrer Bahnen, mit Ausnahme der Bahn der Juno und noch mehr der Pallas, nahe in die Richtung des Sonnenäquators fallen. Unter den sieben Hauptplaneten (wozu wir die Asteroiden nicht zählen) macht unsere Erde die stärkste Ausnahme von dieser Regel, denn die Ebene ihrer Bahn ist um $7^1/_2$ Grad gegen die Ebene des Sonnenäquators, deren Lage durch die Bewegung der Sonnenflecken er-

kannt wird, geneigt, während die beiden sonnennächsten Planeten: Mercur und Venus, bei ihrem Lauf um die Sonne am wenigsten von der Richtung des Aequators derselben abweichen.

9. Die Monde der Planeten.

Von dem treuen Begleiter unseres eigenen Planeten, von dem Erdenmond, wollen wir noch in einem eigenen Capitel reden; hier soll uns zunächst die Betrachtung jener Monde unseres Planetensystemes beschäftigen, deren Bekanntschaft man nur der Anwendung der Fernröhre verdankt.

Unter den vier, der Sonne am nächsten stehenden Planeten wird nur der unsrige auf seiner Bahn um die Sonne von einem Monde begleitet, dagegen haben die drei sonnenfernsten Planeten, von Jupiter bis zum Uranus, ein ganzes Gefolge von Monden bei sich. Am leichtesten waren unter diesen, wegen ihrer Nähe und Größe, so wie der aus beiden folgenden Lichtstärke die Monde des Jupiter zu bemerken. Diese wurden deßhalb schon im Jahre 1610, gleich nach der Anwendung der Fernröhre auf die Beobachtung der Himmelskörper, fast gleichzeitig von Simon Marius (Mayer) in Ansbach und von Galilei, dem Italiener, entdeckt, und Jeder von uns kann die 4 Jupitermonde, in einer Linie mit ihrem Planeten stehend, schon durch ein mittelmäßiges Reisefernrohr beobachten. Damit man aber nicht nur das Ringgewölbe, sondern auch die Monde des Saturn, deren sieben sind, wahrnehmen könne, muß man schon eines bessern Werkzeuges sich bedienen, weßhalb erst Huyghens im Jahr 1655 den einen größeren Saturnusmond, welcher von innen hergezählt der sechste ist, Cassini aber, durch sein noch vollkommeneres Fernrohr, von 1671 bis 1684 den 3ten, 4ten, 5ten und 7ten entdeckte, während die beiden kleinsten und innersten, der erste und zweite, nur durch ein solches mäch=

tig wirkendes Fernrohr bemerkt werden konnten, wie das von Herschel war. Der Erfinder und fleißige Benützer dieses Riesenteleſcopes, Herschel, der Entdecker des äußersten Planeten hat dann auch um den Uranus die 6 entdeckt, welche diesen Planeten, wahrscheinlich in Gesellschaft mehrerer, noch unentdeckten Gefährten, auf seinem langen Lauf um die Sonne begleiten.

Alle Monden, dieß hat man aus den Fernrohr-Beobachtungen der dunklen Flecken bei mehreren derselben erkannt, wenden ihren Planeten, eben so wie unser Mond seiner Erde, beständig nur die eine Seite (dieselbe Halbkugel) zu, so daß sie, während sie sich einmal um ihre Axe bewegen, zugleich einen Umlauf um ihren Hauptkörper vollenden. Mitten in diesem Umlaufe aber, rücken sie eben so wie der Planet, während der täglichen Umdrehung seiner Axe, auf der Bahn um die Sonne weiter, welche sie gemeinsam mit dem Planeten, wie ein Boot welches ein Schlepptau mit seinem Schiffe vereint, in jedem Jahre zurücklegen.

Von den 4 Jupitermonden hat der innerste, dem Planeten zunächst stehende 265 Meilen im Halbmesser; sein Umlauf dauert nach Erdenzeit 1 Tag 18½ Stunden. Seine Bahn liegt gegen 58,000 Meilen vom Mittelpunkt, über 48,000 Meilen von der Oberfläche des Jupiter entfernt. Der zweite Mond kommt an Größe unserem Monde sehr nahe, sein Abstand vom Mittelpunkt seines Planeten beträgt fast 90,000 Meilen; er braucht zu seinem Umlauf 3 Tage 13 Stunden oder fast 9 volle Tage des Jupiter. Der dritte Mond hat eine Größe, welche jener des Planeten Mars nicht viel nachstehet (gegen 400 Meilen im Halbmesser), ist 143,000 Meilen vom Jupitercentrum abgelegen und braucht nach Erdenzeit 7 Tage 4 Stunden, nach Jupiterzeit 17 Tage. Der vierte (äußerste) Mond, dessen Bahn in einem Abstand von 260,000 Meilen von seinem Centrum abliegt, kommt an Größe dem Planeten Mercur sehr nahe, indem sein Halbmesser (nach den neuesten Angaben) 332

Meilen beträgt. Er vollendet seinen Umlauf in 16 Erdentagen und 18 Stunden oder in 40½ Jupitertagen. Wie bei uns auf Erden das Sonnenjahr durch den Mondlauf in 12 ziemlich gleiche Abschnitte getheilt ist, so das Sonnenjahr des Jupiter, dessen Länge, wie oben erwähnt, 4332 Tage beträgt, durch die Umlaufszeiten seiner 4 Monden, in nahe 10 Theile. Denn je nach 437 Erdentagen oder 1056 Jupitertagen stehen die 3 innersten Monden wieder in der gleichen Stellung, indem in dieser Zeit der erste genau 247, der andere 123, der 3te 61 Umläufe vollendet hat und auch der 4te ganz nahe am Abschluß seines 26sten Umlaufes ist. Von den innersten Jupitermonden aus gesehen, könnte die Jupiterscheibe einen prachtvollen Anblick gewähren, da sie von dem nächsten aus fast 40, vom 2ten 23mal größer im Durchmesser erscheinen müßte, als bei uns der Mond. Dagegen wirft auch diese mächtige Scheibe, gleich einem riesenhaften Neumond, mehrere Stunden lang ihren Schatten auf die 3 innersten Monde, und verfinstert sie gänzlich, wenn dieselben bei ihrem kurzen Umlauf hinter ihrem Planeten an die unerleuchtete Seite desselben treten, so daß diese Weltkörper an jedem ihrer Tage, gerade in den Stunden des Mittages, das Loos eines mehr als mitternächtlichen Dunkels trifft.

Die Beobachtung der Finsternisse der Jupitermonde, von der Erde aus gesehen, ist für die Wissenschaft von großer Wichtigkeit gewesen. Namentlich hat daraus ein sinnreicher dänischer Gelehrter, Namens Römer, die Zeit der Fortpflanzung des Lichtes durch den Weltenraum berechnet. So oft nämlich die Bewegung der Erde in ihrer Bahn gerade gegen den Jupiter gerichtet ist, beträgt die Zwischenzeit zwischen der einen Verfinsterung z. B. des ersten Mondes und der nächst darauf folgenden um 14 Secunden weniger, dagegen zu jener Zeit, wenn die Bewegung der Erde vom Jupiter hinweggeht, um 14 Secunden mehr, als sie wirklich betragen sollte. Jene Zwischenzeit ist, wie wir

vorhin sahen, 42½ Stunden; während dieser Zeit hat sich die Erde dem Jupiter um 590,000 Meilen genähert oder von ihm entfernt. Das Licht braucht, wenn der Raum, den es zu durchlaufen hat, um diese Strecke abgekürzt oder vermehrt wird, 14 Secunden kürzer oder länger, seine Raum durchdringende Schnelligkeit beträgt mithin auf jede Secunde nahe an 42,000 Meilen, die Zeit seines Laufes von der Sonne zur Erde genau genommen 8 Minuten 13⅓ Secunden.

Von den sieben Saturnusmonden sind die beiden innersten so kleine, und deßhalb auch, von der Erde aus gesehen, so lichtschwache Weltkörper, daß man, wie schon erwähnt, nur durch die stärksten Fernröhre sie zu beobachten vermag. Der innerste derselben beschreibt seine Bahn nur etwa in einem Abstand von 7500 Meilen von dem äußern Saum des Ringgewölbes, in einer Zeit, die noch nicht einmal einen vollen Erdentag (22 Stunden 37½ Minuten) beträgt; der 2te, in einer ungefähr doppelt so großen Entfernung vom Außenrand des Ringgewölbes, vollendet seinen Umlauf in fast 33 Stunden; der dritte, dessen Bahn im Halbmesser gegen 42,000 Meilen geschätzt wird, braucht über 1 Tag 21 Stunden; der 4te, bei einem Abstand von seinem Centrum, den man zu 54,000 Meilen anschlägt, 2 Tage 17¾ Stunden; der 5te, der seine Bahn in einer Ferne von 8¾ Saturnushalbmessern, oder von 75,000 Meilen beschreibt, hat einen 4½tägigen, der 6te, im Abstand von 175,000 Meilen, einen fast 16tägigen Umlauf. Die Bahn des 7ten fällt in einen Abstand von etwas mehr als 59 Halbmessern des Saturn, von ihrem Centrum. Wenn der Mond der Erde nur in dieser Entfernung von dem Mittelpunkt seiner Bahn stünde, dann würde er seinen Umlauf schon in etwa 26 Tagen und 9 Stunden vollenden, während der 7te Saturnusmond dazu 79 Tage 7 Stunden nöthig hat. Eben aus dieser unverhältnißmäßig geringeren Beschleunigung der Bewegung dieses

Trabanten hat man deßhalb, wie oben erwähnt, auf die überaus geringe Dichtigkeit der Masse des Saturnus einen Schluß gemacht, gegen dessen wissenschaftliche Folgerichtigkeit sich Nichts einwenden läßt. Die Größe der Saturnusmonde vermag man nach den bisherigen Beobachtungen nur sehr aufs Unsichere hin zu schätzen, doch scheint es, daß der 6te von einem sehr bedeutenden dem des Mars ungefähr gleichkommenden Durchmesser sey, und daß auch der 7te unsern Mond an Größe übertreffe.

Von den 6 Uranusmonden kennt man nur fast aufs Ungefähre hin die Abstände nach Halbmessern ihres Planeten und die Umlaufszeiten. Die Entfernung des innersten, nächsten scheint über 13, die des 6ten gegen 91 solcher Halbmesser zu betragen; jener bedarf einer Zeit von 5 Tagen, 21 Stunden; dieser 107 Tage 16 Stunden zu seiner Umlaufszeit.

10. Der Erdenmond.

Schon die Sternkundigen des Alterthums vor 2000 Jahren hatten aus der gleichzeitigen Beobachtung der Sonnenfinsternisse an verschiedenen Orten der Erde es berechnet, daß der Mond gegen 60mal so weit von einem auf der Oberfläche der Erde stehenden Beobachter entfernt sey, als jene Oberfläche von dem Mittelpunkt des Planeten abliegt. Der Halbmesser der Mondbahn beträgt, wie schon erwähnt, gegen 51,844 geographische Meilen, daraus läßt sich die wirkliche Größe des Halbmessers des Mondkörpers zu 234 Meilen berechnen, was sich zum Halbmesser der Erde wie 3 zu 11 (1 zu $3^2/_3$), zum Oberflächeninhalt derselben wie 1 zu $13^3/_4$, zum Rauminhalt unseres Planeten wie 1 zu fast 50 verhält, während das Verhältniß der Massen vermöge der geringen Dichtigkeit des Mondkörpers genau wie 1 zu 88 ist. Die ganze Oberfläche der Mondkugel zu 688,635 Quadratmeilen kommt an Ausdehnung noch nicht einmal dem Flächeninhalt von Amerika

gleich; könnte man von unsrer Erde eine 6 Meilen dicke Schaale abnehmen und ihre Masse zu einer Kugel zusammenballen, dann würde eine solche Kugel dem Mond an Größe gleich kommen.

Wie bekannt, wendet uns der Mond beständig nur die eine seiner beiden Halbkugeln zu; von der andern bekommen wir nur wenige, nahe bei der Gränze gelegene Theile zu sehen, und wenn es auf dem Monde Bewohner gäbe, dann würden die, welche sich weit jenseits der Gränze, auf der andern Halbkugel befänden, niemals den Anblick der Erdkugel genießen. Und doch ließe sich dieser Anblick von der gegen uns zugewendeten Halbkugel als ein überaus prachtvoller denken, denn die Vollerde, fast 14mal größer an Flächeninhalt als der Vollmond bei uns, ergießt über das nächtliche Dunkel des Mondes einen so hellen Schein, daß wir, wenn uns der Mond in Sichelgestalt erscheint, auch den noch nicht oder nicht mehr von der Sonne bestrahlten Theil seiner Fläche ganz deutlich in grauröthlichem Schimmer des Erdenlichtes leuchten sehen. Wenn wir nämlich Neumond haben, dann gibt es für die uns zugewendete Mondhalbkugel Vollerde, wenn es bei uns Vollmond ist, dann steht, vom Monde aus gesehen, die Sonne hinter der Erde und es ist dort Neuerde. Wenn uns mithin der Mond als zarte Sichel erscheint, d. h. wenn wir nur einen Theil seiner kleinen Fläche von der aufgehenden oder niedergehenden Sonne beschienen sehen, dann sind die hieran gränzenden Gegenden, in denen es schon oder noch Nacht ist, von dem Lichte der fast ganz vollen Erdenscheibe bestrahlt. So viel uns am Monde fehlt, so viel hat dieser an der Erde; so viel wir vom Monde sehen, eben so viel gehet diesem am Anblick der Erde ab.

Uns Erdenbewohnern erscheint der Mond bald an dieser, bald an jener Stelle des Himmels; könnten wir uns dagegen auf den Mond versetzen, dann würden wir unsere Erde beständig fast an derselben Stelle des

Himmels stehen sehen: in der Mitte der uns zugekehrten Mondhälfte steht sie immer am Scheitel, und hier nimmt sie ab und zu; für die Gegenden am westlichen oder nördlichen Rande tief im Osten oder Süden, für die an der östlichen oder südlichen Seite im Westen oder im Norden.

Wenn wir die Geschwindigkeit der Erde auf ihrer großen Bahn um die Sonne mit der fortrückenden Bewegung des Mondes auf seiner kleinen Bahn um die Erde vergleichen, dann finden wir, daß jene zu dieser scheinbar sich verhalte, wie der Flug eines Adlers zum Schritt eines Fußgängers. Denn die Erde legt in jeder Minute auf ihrer Bahn einen Weg von nahe 250 Meilen, der Mond in derselben Zeit auf der seinigen nur gegen 8 Meilen zurück; jene in einem einzigen Tage eine größere Strecke, als der ganze Umfang der Mondbahn beträgt. Freilich erscheint aber die Sache anders, so bald wir das eigentliche Wesen der Bewegung des Mondes etwas genauer beachten, denn dann erkennen wir, daß der Umlauf des Mondes um die Erde eigentlich Nichts anderes sey, als eine Umdrehung desselben um seine Achse. Wenn ich ein brennendes Licht auf einen Tisch und in einiger Entfernung davon einen Stuhl auf den Boden stelle, und wenn ich nun in der Art um den Stuhl herumgehe, daß ich diesen immer im Auge behalte, ihm niemals die Seite oder den Rücken zuwende, dann habe ich bei diesem Herumgehen das Licht auf dem Tische einmal gerade vor mir gehabt, so daß sein Schein mir ins Gesicht fiel, einmal stand dasselbe hinter mir, so daß kein Strahl desselben mein Gesicht traf, an zwei andern Punkten war, das eine Mal die rechte, das andere Mal die linke Seite meines Angesichts beleuchtet. Diesen Wechsel der Beleuchtung hätte ich kürzer und leichter haben können, wenn ich anstatt mich so immer nach ihm hingewendet um den Stuhl zu bewegen, mich einmal umgedreht hätte, was im Grunde genommen auch auf jenem Wege, nur etwas

umständlicher und durch die Anwendung von mehreren Schritten geschehen ist. Während der Mond einen Umlauf um die Erde zurückgelegt hat, wobei er dieser immer nur die eine seiner beiden Halbkugeln zuwendete, hat er die Beleuchtung der Sonne von allen Seiten genossen, in Beziehung auf diese hat er sich, freilich im langen Verlauf eines Monates, eben so um seine Axe herumgedreht, als die Erde dieß in der Zeit von 24 Stunden thut. Und wie sein Planet während seines täglichen Umschwunges zugleich auch auf der Jahresbahn weiter rückt, so hat dieß auch der Mond gethan, dessen jährliche Bewegung um die Sonne, weil er eben so weit von dieser absteht als die Erde, genau von derselben Geschwindigkeit und Dauer seyn muß, als die seines Planeten. Wenn der Vergleich erlaubt ist, so macht es der Mond bei seiner gesellschaftlichen Jahresreise mit der Erde um die Sonne, so wie ein munteres Hündchen, das bellend um den Wagen seines Herrn herumläuft. Es kommt jetzt von der rechten Seite hergerannt, und überholt den Wagen; dann den Pferden ausweichend, läuft es nach der andern Seite hinüber, begleitet den Wagen zur linken, überholt ihn und kommt abermals zur rechten Seite, so daß es in bald rechts bald links ausbeugenden Krümmungen seines Laufes, immer bei'm Wagen bleibt, in der ganzen Jahresfrist aber allerdings einen längeren Weg beschreibt, als der Herrscher, den es begleitet.

Die Mondbahn im engeren Sinne weicht von der Form des Kreises nur wenig ab; je nach 27 Tagen 7 St. 43 Min. 11½ Secunden sehen wir den Mond wieder an derselben Stelle des Sternenhimmels; er hat dann seinen Umlauf unter den Sternen (den siderischen Monat) vollendet. Da sich aber indeß die Stellung der Erde dadurch, daß diese in derselben Zeit um ein bedeutendes Stück ihrer Bahn von West nach Ost weiter gerückt ist, verändert hat, dauert es noch mehr denn 2 Tage länger, bis der Mond wieder in dieselbe Linie

mit der Sonne und Erde tritt. Die Zeit von einem Vollmond oder von einem Neumond zum andern währet deshalb 29 Tage, 12 St. 44 Min. und sie ist der für die Zeiteintheilung der Erdenbewohner wichtigere Mondlauf, welcher unter dem Namen des synodischen Monates von dem periodischen unterschieden wird. Zugleich ist aber auch der Mondenlauf eine Zeit, in welcher sich der Mond einmal um seine Achse umgedreht, und hierbei alle Theile seiner Oberfläche der Sonne zugewendet hat, und die Zeit eines vollen Tages des Mondes, während dessen es für irgend einen Punkt seiner Oberfläche einmal Mittag und einmal Mitternacht geworden ist. Bei der ungleich längeren Dauer eines Mondentages muß die scheinbare, fortrückende Bewegung der Sonne am Himmel, vom Monde aus gesehen, gegen 28mal langsamer erscheinen als bei uns. Ehe dort ihre leuchtende Scheibe beim Auf- oder Niedergehen über den ebenen Horizont ganz heraufkommt oder unter ihn hinuntersinkt, dauert es nicht, wie auf der Erde, etwa 2 Minuten, sondern länger als eine Stunde; von Sonnenaufgang bis zum Mittag vergehen mehr als sieben Tage, ebenso lang währet hierauf der Nachmittag bis zum Sonnenuntergang und auf den nach unserem Zeitmaaß fast 15tägigen Mondentag folgt dann dort eine eben so lange Nacht, deren Dunkel nur auf der einen Halbkugel durch den Erdenschein gemildert wird. Uebrigens gehet doch, so langsam auch ihre scheinbare fortrückende Bewegung am Himmel ist, die Sonne über jedem Theil der Mondfläche monatlich einmal auf; nach ihrem Untergang erscheinen daselbst auch, wie bei uns, die Sterne des Himmels; nicht so jedoch ist es, wie bereits erwähnt, mit der Erde, welche selbst über der uns zugewendeten Mondhälfte, niemals eigentlich auf- und untergehet, sondern fast an derselben Stelle stille stehet. Und auch da, wo die große, wegen ihrer dichteren Dunsthülle wahrscheinlich röthlich erscheinende Erdkugel vom Monde aus am besten in's Auge gefaßt wer-

den könnte, müßte sie nur einen sehr veränderlichen Anblick gewähren, indem auf ihr, wegen der 24stündigen Umdrehung um die Achse, immer wieder andere Theile in das Gesichtsfeld eines Beobachters treten würden, so daß an der Stelle, an welcher jetzt etwa eine Gegend des mittleren Deutschlands gesehen wurde, bald hernach Gegenden des Rheinthales, so wie Frankreichs und nach etwa einer Stunde die Fluthen des atlantischen Meeres vor das Auge kämen. Auch würde der Dunstkreis der Erde, welcher zu so mannichfachen Trübungen und Wolkenbildungen geneigt ist, immerwährende Veränderungen in der Färbung und an den Umrissen der augenfälligen Theile der Erdscheibe hervorbringen, denn während der langen Regenzeiten oder Umwälzungen bald dieser, bald jener Länderstriche unseres Planeten, könnten diese vom Monde aus nur etwa wie röthlich graue Schmutzflecken erscheinen, an denen nirgends eine scharfe Abgränzung zu erkennen wäre; die Region der Passatwinde in der Nähe des Aequators, möchte sich vielleicht, fast wie auf Jupiter, durch streifenartige Gürtel auszeichnen.

Ganz anders ist dieses bei dem Monde. Sobald nur bei uns die Luft rein und durchsichtig genug ist, dann sehen wir die dunkeln und hellen Flecken, wodurch seine Scheibe markirt ist, ein Mal so gestellt und zusammengeordnet wie das andere Mal; die kleinen Auszackungen, welche man, wenn der Mond in Sichelform oder als Halbscheibe dasteht, durch das Fernrohr am inneren Rande, an der Gränze der Beleuchtung wahrnimmt, bleiben am vierten wie am siebenten Tage nach dem Neumond zu jeder Zeit dieselben; die nämlichen ringförmigen Gestalten, wo in der Mitte der halben Ränder ein dunkler Schatten sich zeigte, kommen in dem einen wie im andern Monat, an demselben Tag und in derselben Stunde, vor oder nach dem Vollmond, vor oder nach dem Neumond, am inneren Rande zum Vorschein, und werden bei heitrer Luft das eine Mal nicht minder deutlich unterschieden als das andere Mal. An der

Mondscheibe findet demnach ebenso wenig eine merkliche Verschiebung und fortrückende Bewegung der Gegenstände als eine Trübung derselben, durch Veränderungen in der eigenen Dunsthülle statt. Wir erhalten hiedurch Gelegenheit zu einer Betrachtung der Mondfläche durch das Fernrohr, deren einzelne Thatsachen uns ebenso viel Aufschlüsse, als unlösbare Räthsel über die Naturbeschaffenheiten unseres planetarischen Begleiters zugebracht haben. Von den Auszackungen, die sich am inneren Rande des nur zum Theil beleuchteten Mondes zeigen, sprachen wir bereits vorhin, als wir der gleichen Erscheinungen bei Mercur und Venus erwähnten. Es sind Bergeshöhen, erleuchtet von der Sonne, neben denen die noch unbeleuchteten, beschatteten Thäler und Tiefen wie Einschnitte in den hellen Mondrand sich darstellen. Ueberhaupt findet sich auf der ganzen uns zugewendeten Mondhälfte nirgends eine so vollkommene, ebene Fläche, als dergleichen, vom Monde aus gesehen, auf der Erde in Menge an dem Wasserspiegel der Meere und Seen, wie an Sandwüsten der Festländer sich zeigen würden, sondern allenthalben bemerkt man dort wenn auch nur kleine Erhöhungen und Vertiefungen. Wie bereits erwähnt, dauert auf dem Monde die Zeit des Aufgehens und des Untergehens der Sonne gegen 28mal länger als bei uns. Ein Berggipfel von 8000 Fuß Höhe wird bei uns auf Erden um $6^1/_2$ Minuten, ein 3000 Fuß hoher um 4 Minuten früher von der aufgehenden Sonne beleuchtet, und am Abend geht auf jenem die Sonne um $6^1/_2$, auf diesem um 4 Minuten später unter, als in der niederen Ebene, oder auf dem Meeresspiegel, im Vergleich zu welchem man das Maaß der Höhen berechnet. Wenn sich dagegen auf dem Monde ein Berg um 3000 oder um 8000 Fuß über eine angränzende Niederung erhebt, dann geht auf ihnen die Sonne um nahe 2 oder um 3 Stunden früher auf, so wie später unter als in der ebenen Gegend. Dazu kommt noch, daß es auf dem Monde fast, ja allem Anscheine nach gar keine Dämme-

rung giebt, sondern daß der Anfang oder das Ende des Tages unmittelbar an das tiefeste Dunkel der Nacht gränzt, wodurch auch die beleuchteten Stellen von den unbeleuchteten eine Schärfe der Abgränzung empfangen, welche sie auf Erden niemals haben können. Hiedurch, so wie durch die längere oder kürzere Ausdehnung der Bergesschatten, ist es möglich geworden, die Höhen so wie einen Theil der Vertiefungen auf der Mondfläche mit ziemlicher Genauigkeit zu bestimmen und selbst nach irdischem Maaßstabe anzugeben. Und so weiß man, daß es auf dem Monde viele Berge giebt, welche an Höhe den größesten Gebirgen unserer Erde nicht nachstehen, ja dieselben vielleicht noch übertreffen, dabei aber auch kesselartige Eintiefungen von einer Art und Gestaltung, dergleichen sich auf unserem Planeten keine ähnlichen finden; Eintiefungen, welche so weit unter die mittlere Linie der Mondoberfläche hinabreichen, und dabei so weit sind, daß in manchen von ihnen einer oder der andere unserer höchsten Erdenberge, mit der Spitze zu unterst gekehrt, Raum fände. Ueberhaupt ist das eine ganz besondere Eigenthümlichkeit des Mondes, daß sich auf seiner Oberfläche so viele trichter- ja fast röhrenförmig hinablaufende Einsenkungen finden. Man hat in neuester Zeit 15,000 bis 20,000 dergleichen Oeffnungen auf der uns zugekehrten Mondshalbkugel gezählt, von denen viele mit einem wallartigen Ringgebirge umgeben sind, und aus deren tiefestem Grunde sich nicht selten ein Centralberg erhebt, welcher, gleich als ob er nur aus dem Schutte der eingestürzten Decke der Höhlung entstanden sey, niemals bis zur Höhe des Kessels und seines Ringgebirges emporsteigt. Der Vermuthung, daß die Mondkessel und ihre Ringgebirge durch die Wirkung eines noch fortwährenden vulkanischen Feuers entstanden seyen und zum Theil noch entstünden, fehlt allerdings die Sicherheit des Beweises, obwohl wir selbst auf Erden das Beispiel vor uns haben von der Verbrennung namentlich eines Metalles mit Schwefel,

ohne daß Luft, welche sonst überall zum hellen Aufflammen nöthig erscheint, zugegen wäre.

Außer den dort gewöhnlichsten kesselförmigen Eintiefungen und ringförmigen Gebirgswällen zeigen sich auf der Mondfläche einzelne, wenn auch meist bald wieder abbrechende, geradlinigere Höhen und Höhenzüge. Dabei auch rinnenförmige Eintiefungen und Lichtstreifen, deren stärkerer Glanz nur von der dichteren Beschaffenheit der Masse herrühren kann, aus welcher sie bestehen. Denn das, was den einzelnen Stellen der Mondfläche, von der Erde aus gesehen, ihre verschiedene Färbung giebt, das ist nicht nur die höhere oder tiefere Lage, so daß z. B. die Berge heller, die Ebenen dunkler erscheinen, sondern ohnfehlbar auch die Eigenthümlichkeit der Masse, aus der jene uns sichtbaren Theile der Mondfläche bestehen, so daß die festeren, krystallinischen Gebirgslagen uns glänzender, die lockereren oder auch die von vielen kleinen Eintiefungen durchzogenen dunkler erscheinen mögen.

In früheren Zeiten, als die Fernröhre noch nicht so vollkommen waren, hielt man die dunkleren Stellen der Mondfläche für Meere und Seen, und in dieser Voraussetzung benannte man sie auch als solche. Aber, wie dieß bereits erwähnt wurde, von dem Daseyn solcher Seen, oder selbst der Flüsse, oder überhaupt von Gewässern, davon unsere Erdoberfläche so viel aufzuweisen hat, läßt sich auf dem Monde auch nicht die kleinste Spur entdecken. Ein einziger Bach mit seinem Wasser würde doch im Verlaufe der Zeit einen oder den andern jener tiefen Kessel bis zu seinem Rande angefüllt haben, in dessen leeren Schlund wir durch unsere Fernröhre hineinschauen. Auch könnte, wenn Wasser auf dem Monde wäre, die Verdünstung desselben und mithin die Bildung von nebel- oder wolkenartigen Verhüllungen seiner Oberfläche nicht ausbleiben. Davon aber hat man dort nirgends mit Sicherheit etwas wahrgenommen; selbst für das Vorhandenseyn eines solchen Luftkreises, wie der

unserer Erde ist, fehlen die Anzeichen, die sich namentlich in einer deutlich erkennbaren Morgen- und Abenddämmerung verrathen müßten. So möchte man allerdings den Schluß machen, daß dort auf dem Monde Wesen unserer Art, ja selbst von der Naturbeschaffenheit unserer Thiere und Pflanzen nicht leben und ausdauern könnten. Die ersteren müßten schon aus Mangel an Luft ersticken, und beide, die Thiere wie die Pflanzen könnten ohne Wasser und Feuchtigkeit nicht bestehen. Aber selbst der Türke ruft bei solchen Dingen, die sein Verstand nicht begreift, das vielsagende Sprüchwort aus: „Gott ist groß," warum sollten nicht vielmehr wir Christen der Macht und Weisheit unseres Schöpfers zutrauen, daß er, wenn es sein Wille war, auch Mittel und Wege habe finden können, den Mond für Wesen bewohnbar zu machen, in denen sich Kräfte des Lebens regen? Uebrigens könnte ja wohl auch bei dem Monde, wie bei so vielen Sternen des Himmels ein ähnliches Verhältniß bestehen, als zwischen den Bäumen des Waldes und den Gärten. Diese vermögen als Bäume zu gedeihen und zu bestehen, können dem vorübergehenden Wanderer durch ihr grünendes Laub und ihre Blüthen eine Erquickung der Augen, dem hindurchziehenden Vogel Schatten und Ausruhen gewähren, auch ohne daß Maikäfer und Raupen auf ihren Blättern leben, oder Singvögel in ihren Zweigen ein bleibendes Nest sich aufschlugen. Wollten die Maikäfer und Raupen es als ein unbestreitbar festes Naturgesetz betrachten, daß alle Bäume zuletzt nur deßhalb von dem Gärtner oder Forstmann gepflanzt und gepflegt würden, damit Wesen ihrer Art darauf sich nähren und Singvögel darauf nisten könnten, so wäre dieß dennoch ein Irrthum; der Baum ist auch noch zu anderen Zwecken da und es giebt gar viele seines Gleichen, auf denen kein Vogelnest zu finden ist.

Um das, was wir schon oben Cap. 7 über die anziehende Kraft der Schwere, welche die Weltkörper gegen

andere, auf ihrer Oberfläche liegende körperliche Dinge ausüben, sagten, noch durch ein Beispiel anschaulich zu machen, erwähnen wir, daß auf dem Monde wegen der viel geringeren Masse desselben ein Körper, welcher 66 Pfund wiegt, sich durch eine Kraft vom Boden würde erheben lassen, womit man auf der Erde ein Gewicht von 10 Pfund aufhebt; ein Stein, den bei uns ein starker Menschenarm 100 Fuß hoch emporschleudert, flöge dort durch dieselbe Kraft 660 Fuß hoch.

Bei dieser Gelegenheit kommen wir noch einmal auf die vermuthlichen oder vermeintlichen Vulkane des Mondes zurück. Es werden wohl die meisten Leser dieses Büchleins davon gehört haben, daß zuweilen Steine aus der Luft herabfallen auf unsere Erde, welche nicht von unserem Planeten, sondern nur aus dem Weltraume herkommen konnten, durch den unsere Erde auf ihrem Lauf um die Sonne sich bewegt. Da der Zug der Schwere nach dem Monde hin so viel geringer ist, als der nach unserer Erde, hat man aus dem Verhältniß beider die Möglichkeit nachweisen wollen, daß solche Steine aus dem Monde kämen, wo sie, durch vulkanische Kräfte, so weit geschleudert werden könnten, daß sie auf ihrem Fluge jene nicht allzuferne Gränze erreichten, wo die übermächtige Anziehung des Erdkörpers sie erfaßte und sie zu uns herabführte. Als einen Beweis für das Vorhandenseyn mächtiger Vulkane, deren Flammen sogar von der Erde aus sichtbar wären, hatte man unter andern jene Lichtpünktchen angefuhrt, die sich selbst an der unbeleuchteten (nächtlichen) Mondfläche, in der Gegend ihrer Pole, vornämlich am Südpol, durch Fernrohre wahrnehmen lassen. Diese Lichtpunkte jedoch, die man zur Zeit des Neumondes entdeckt hat, sind nichts Anderes als Berge, die auf ihren Gipfeln einen ewigen Sonnenschein behalten. Da nämlich auf dem Monde, vermöge der sehr geringen Neigung seiner Axe auf der Ebene der Bahn, die Sonne in den Polargegenden zu keiner Zeit mehr denn 1$^1/_2$ Grad unter den Horizont sinken kann,

ein Raum aber von $1^{1}/_{2}$ Graden auf der kleinen Mondkugel schon aus einer Höhe von 1830 Fuß sich überblicken ließe, so folgt daraus, daß, wenn in der Gegend der Pole des Mondes ein Berg stehet, der höher als 1830 Fuß über die Fläche emporragt, alle über diese Gränze sich erhebenden Punkte desselben auch um Mitternacht von der Sonne bestrahlt werden können. Da sich nun dort am Nordpol Berge von 9000, am Südpol von mehr denn 20,000 Fuß Höhe finden, so behalten jene, wenn sie frei stehen, auf $^{4}/_{5}$, diese auf $^{10}/_{11}$ ihrer Höhe einen beständigen Sonnenschein, dessen Wiederglanz wir freilich, weil die Lichtstrahlen zunächst von hinten her auf den Berg fallen, nur in unvollkommenem Maaße wahrnehmen. Immerhin hat der Gedanke an einen ewigen Sonnenschein, auch bei Betrachtung eines solchen armen Abbildes, etwas ganz Besonderes und Erhebendes.

11. Die Sonnen- und Mondfinsternisse.

Dieses Naturereigniß ist, sowohl für sich selber, als wegen der Anwendung die man aus der Beobachtung der Finsternisse selbst für die Zeitrechnung der Völker gemacht hat, von solchem Interesse und von solcher Wichtigkeit, daß wir ihm ein eigenes Capitel widmen wollen.

Die Bahn, in welcher der Mond um die Erde wandelt, indem er diese, in immer fast gleicher Ferne bleibend, bald auf der rechten, bald auf der linken Seite des Weges neben ihr herlaufend, begleitet (nach S. 53), liegt mit der Bahn unseres Planeten um die Sonne nicht in gleicher Linie oder Ebene, sondern sie ist gegen diese unter einem Winkel von 5 Grad 9 Min. geneigt. Daher sehen wir den Mond bei seinem Lauf durch den Sternenhimmel nicht immer in jener Höhe oder Tiefe die Gegend des Mittagskreises durchwandeln, in welcher die Sonne, zu verschiedenen Zeiten des Jahres, während der Mittagsstunde stehet, sondern er zieht zuweilen auffallend höher oder niedriger über den Himmel hin, als die Sonne in der Mitte des Sommers oder des Winters.

Dieses Verhältniß der Neigung der Bahnen kann man sich etwa dadurch versinnlichen, daß man zwei Reifen, einen größeren und einen kleineren, um einen gemeinsamen, feststehenden Mittelpunkt herumlegt, dann durch diesen, wie durch die beiden Reifen einen starken, geraden Eisendraht sticht, an welchem sich die Reifen ein wenig auf- und niederdrehen lassen. Man giebt nun dem einen Reifen eine etwas schräge Stellung gegen die Ebene des andern, und wenn man sich jetzt die beiden Punkte, an denen der Eisendrath in gerader Linie sowohl auf der einen als auf der andern Seite durch die beiden Reifen und durch den befestigenden Mittelpunkt geht, als die Punkte denkt, wo zwei Bahnen der Weltkörper in gerader Linie mit ihrem Mittelpunkt stehen, unter dem man sich die Sonne vorstellen kann, dann begreift man wohl, daß der Weltkörper, dessen Bahn durch den kleineren, inneren Reifen abgebildet ist, dem andern mehr nach außen stehenden die Sonne in mehr oder minderem Grade verdecken und beschatten müsse, weil er gerade zwischen ihm und der Sonne sich befindet. Man nennt jene beiden Stellen der Bahnen, wo diese an einem gemeinsamen Punkte ihrer Stellung zur Sonne sich durchschneiden, die Knotenpunkte, und namentlich an der Mondbahn ist jenes der niedersteigende Knoten, wo der Lauf des Mondes sich hinab, unter die Ebene der Erdbahn um die Sonne, (unter die scheinbare Bahn der letzteren) senkt, während der aufsteigende Knoten dahin fällt, wo der Mond den Theil seiner Bahn betritt, welcher oberhalb der Ekliptik oder Sonnenbahn seine Richtung nimmt. Bei dem durch einander geschlungenen Verlauf der Bahnen der Erde und des Mondes kann es, wenn beide Weltkörper an einem der Knotenpunkte zusammentreffen, eben so gut geschehen, daß der Mond zur Zeit des Neumondes in gerader Linie zwischen der Sonne und der Erde zu stehen kommt, und so eine Sonnenfinsterniß erregt, als daß die Erde, zur Zeit des Vollmondes gerade zwischen die Sonne und den Mond tritt,

und auf diese Weise eine Mondfinsterniß bewirkt. Wenn aber z. B. heute, am Tage des Neumondes, eine große Sonnenfinsterniß stattgefunden hätte, weil sich der Mond gerade an einem Durchschnittspunkte seiner Bahn befand, so könnte dennoch, beim nächsten Neumond keine eintreten, und eben dasselbe wäre auch bei einer Mondfinsterniß, von einem Vollmond zum andern der Fall. Denn eine Sonnenfinsterniß, selbst eine partielle vom geringsten Grade, kann sich nur noch zutragen, wenn der Neumond nicht weiter als 18 bis 19 Grade (wovon jeder ohngefähr zwei Durchmesser einer Vollmondsscheibe beträgt), eine Mondfinsterniß, wenn der Vollmond nicht weiter als 12 bis 13 Grade von einem Knotenpunkt abstehet. Nun braucht zwar der Mond, wie bereits erwähnt, nur 27$^1/_3$ Tage zu einem ganzen Umlauf, bei welchem er auch jedesmal an denselben Knotenpunkt kommt, wo er am Anfang dieses Zeitraumes stand; damit er aber wieder ganz in dieselbe Linie mit der indeß auch auf ihrer Bahn vorgerückten Erde und mit der Sonne treten könne, muß er noch eine weitere Strecke von mehr als 29 Graden zurücklegen. Wenn deßhalb jetzt wieder Vollmond oder Neumond ist, dann stehet der Mond so weit von seinem Knoten ab, daß sich die Verfinsterung, die im vorigen Monat stattfand, nicht wiederholen kann, wohl aber wird es häufig geschehen, daß nach Verfluß von 6 Mondumläufen wieder eine Sonnen- oder Mondfinsterniß eintritt, weil dann der Mond zur Zeit des Voll- oder Neumondes in die Gegend des andern entgegengesetzten Knotens oder Durchschnittspunktes (180 Grade von dem ersteren entfernt) gekommen ist.

Wenn nun die Knotenpunkte immer an einer und derselben Stelle der Mondbahn stehen blieben, dann würde die Vorausberechnung der Zeit, in welcher sich Finsternisse zutragen, sehr leicht und einfach seyn. Aber auch jene Punkte sind, nach dem Gesetz alles sichtbaren Wesens, wandelbar und beweglich. Sie rücken nämlich jedes Jahr, in einer der Bahnbewegung des Mondes

entgegengesetzten Richtung, um nahe $19^1/_3$ Grad unter den Sternen weiter, so daß sie erst nach 18 Jahren und 219 Tagen wieder zu ihrer vorigen Stellung gelangen. Auf die Erkenntniß dieser Periode des Umlaufes der Mondknoten haben schon die Völker des Alterthums, zur Erleichterung des Berechnens der Finsternisse, den 19jährigen in unseren Kalendern erwähnten Mondcyklus begründet, welcher 235 synodische Monate enthält, und nach dessen Ablauf die Finsternisse, mit einem geringen Unterschied, wieder auf die gleichen Monatstage und an die gleichen Stellen des Himmels fallen.

Die Mondbahn weicht zwar, wie erwähnt, nur wenig von der Kreisform ab; dennoch giebt es auch an ihr, wie an den Bahnen aller Weltkörper, einen Punkt, an dem sie ihrem zunächst anziehenden Mittelpunkt, der in die Erde fällt, näher ist als an dem andern: sie hat ihre Erdnähe und ihre Erdferne. Jeder dieser beiden Punkte wird von dem Mond während seiner 27tägigen Umlaufszeit einmal betreten; einmal deßhalb erscheint uns derselbe, weil er uns etwas näher steht, im scheinbaren Durchmesser größer, das andere Mal in der Erdferne kleiner als bei seinem mittleren Abstand. Der Unterschied zwischen der anscheinenden Größe in der Erdferne und in der Erdnähe beträgt nahe $^1/_{10}$ des Monddurchmessers. Daß an der Sonne, im Verlaufe eines Erdenjahres, dasselbe sich zuträgt, was bei dem Mond in jedem Monat statt findet, das ist bereits oben im 7. Cap. erwähnt worden. Hier ist aber der Unterschied noch geringer als beim Monde, denn in ihrer Erdnähe, am 1ten Januar erscheint uns die Sonnenscheibe nur um den dreißigsten Theil ihres Durchmessers größer als in der Erdferne am 3ten July. Im Mittel ist der scheinbare Durchmesser der Sonnenscheibe immer etwas größer als jener der Mondscheibe; wenn deßhalb diese beiden Weltkörper während ihrer mittleren Abstände von der Erde mit dieser in solcher Weise in eine gerade Linie treten, daß der Mond zwischen Sonne und Erde zu stehen kommt, dann

kann, auch in dem Falle, daß die Mitte der Mondscheibe genau an der Mitte der Sonnenscheibe vorübergeht, keine vollkommene oder totale, sondern nur eine ringförmige Verfinsterung der Sonne stattfinden, wobei die Ränder dieses hellleuchtenden Gestirnes über den Rand der Mondscheibe allenthalben ein wenig hervortreten. Dieses wird in noch auffallenderer Weise der Fall seyn, wenn eine solche Sonnenfinsterniß in die Mitte des Winterhalbjahres fällt, wo die Sonne näher an der Erde stehet. Wenn sich dagegen gerade dann, wenn der Mond in seiner Erdnähe ist und deßhalb einen scheinbar größeren Durchmesser hat, eine Sonnenfinsterniß zuträgt, dann kann dieselbe, namentlich gegen die Mitte des Sommerhalbjahres, während der Erdferne der Sonne, so total werden, daß sich über die Stelle der Erde, welche davon getroffen wird, ein fast nächtliches Dunkel verbreitet. Es werden dann, mitten am Tage, auf grünlich grauem Himmelsgrunde einzelne Sterne sichtbar; um den Schatten der Mondscheibe, der jetzt ganz über die Sonne ausgebreitet liegt, zeigt sich nur noch ein hin- und herwallender, hochrother Ring, aus welchem gelbe Strahlen hervorbrechen. Eine solche wahrhaft totale Sonnenfinsterniß, welche die Thiere, so wie die verwilderten Völker der Erde mit Furcht und Schrecken erfüllt, kann freilich für einen und denselben Ort der Erdoberfläche nur etwa alle 150 bis 200 Jahre einmal eintreten. Auch kann dieselbe, wegen der Kleinheit des Mondes und der schnellen Bewegung der Erde nur einige wenige Minuten andauern und sie trifft immer nur einen verhältnißmäßig sehr kleinen Länderstrich, während über diesen schmalen Strich zu beiden Seiten hinaus, in einer verhältnißmäßig nur geringen Entfernung die Sonnenscheibe nicht mehr ganz, sondern bloß theilweise, und noch etwas weiterhin gar nicht verdunkelt erscheint.

Anders ist dieses bei den Mondfinsternissen. Wenn in der Zeit des Vollmondes die Erde in der Nähe eines der Knotenpunkte der Mondbahn, mithin zwischen den

Mond und die Sonne tritt, dann sehen wir den runden Schatten der Erdkugel allmählig über den Rand der Mondscheibe hereintreten und diese verdunkeln. Da die Erde vom Monde aus als eine Scheibe sich darstellt, welche am Oberflächeninhalt 13mal größer ist, als die Sonnenscheibe, da überdieß die fortrückende Bewegung des Mondes in seiner Bahn viel langsamer ist, als die der Erde, sind auch die totalen Mondfinsternisse nicht nur in einigen wenigen Gegenden, sondern in ganzen Ländern und Erdtheilen zu gleicher Zeit sichtbar und ihre Dauer ist nicht nur auf einige Minuten beschränkt, sondern verlängert sich auf mehrere Stunden. Bei allen Mondfinsternissen unterscheidet man auf der Scheibe des Mondes einen tiefer dunkelfarbigen und, über die Gränze von diesen hinaus einen bleicheren Schatten; jenes ist der eigentliche Kernschatten, dieses der Halbschatten der Erde. Bei den totalen Finsternissen hat man die Bemerkung gemacht daß selbst dann, wenn der ganze Mond im dunklen Kernschatten stehet, derselbe nicht ganz aus den Augen eines irdischen Beobachters verschwinde, sondern daß man seine Scheibe noch in grauröthlichem Lichte am Himmel stehen sieht. Man nimmt an daß dieses von der schwachen Beleuchtung herkomme, welche er selbst dann, wenn unsere Erde ihm ihre nächtlich dunkle Seite (als Neuerde) zukehrt, noch aus ihrer Atmosphäre empfängt, in deren Höhen die Strahlen der Sonne ein dämmerndes Licht verbreiten.

12. Die Kometen.

Alle die Weltkörper welche wir bisher betrachteten, zeigen, bei ihrer großen Verschiedenheit, dennoch eine gewisse Verwandtschaft ihrer Natur mit der Natur der Erde. Sie bewegen sich alle von West nach Ost in Bahnen um die Sonne, deren Lage von der Richtung unserer Erdbahn und der Ebene des Sonnenäquators großentheils nur wenig abweicht, und deren Form eine Ellipse ist, welche der Kreisform nicht sehr fern steht,

so daß selbst bei Juno und Pallas, deren Bahnen am auffallendsten in die Länge gezogen sind, der kleinste Abstand von der Sonne zu dem größesten noch sich verhält wie 3 zu 5. Ueberdieß sind die Planeten und Monde durchgängig dichte Körper, welche, wenn sie bei ihrem scheinbaren Lauf am Sternenhimmel vor irgend einem Stern vorübergehen, diesen auf einige Augenblicke bedecken und unsichtbar machen können, auch erscheinen sie sämmtlich durch das Fernrohr gesehen, als scharf begränzte Scheiben. Von all diesen Grundzügen der planetarischen Natur bilden jene Weltkörper unseres Sonnensystemes, welche wir jetzt betrachten wollen, eine sehr auffallende Ausnahme.

Die Kometen oder Haarsterne, so genannt wegen ihrer sonderbaren, meist in einen langen Strahlenschopf ausgehenden Gestalt, erscheinen und bewegen sich nicht nur, wie (mit Ausnahme der kleinen Juno und Pallas) alle Planeten nahe in der Ebene unserer Sonnen und Mondbahn; ihr Lauf geht nicht nur von West nach Ost, sondern man sieht dieselben in allen Gegenden des Sternenhimmels, selbst tief im Norden und Süden, dahin niemals ein Planet auf seinem Laufe kommt, plötzlich hervortreten, und ihren Lauf eben so oft von Ost nach West, als umgekehrt, oder von einer nördlichen Gegend nach einer südlicheren, so wie von Süd nach Norden nehmen. Dabei sind die Bahnen dieser Weltkörper so lang gezogene Ellipsen, daß der größere Theil des Weges, den sie bei ihrem Lauf um die Sonne machen, in weit abgelegene Räume des Weltgebietes, bei den meisten uns näher bekannten fern über die Bahn des Uranus hinausfällt, so daß die Umlaufszeiten bei einer großen Zahl derselben Jahrhunderte, ja selbst mehrere Jahrtausende dauern.

In der Regel bestehen die Kometen aus einer rundlichen, nur schwach leuchtenden Nebelhülle, in deren Innern sich eine durch ihre größere Helligkeit mehr oder minder ausgezeichnete Verdichtung — der sogenannte

Kern — findet, und von welcher meist ein mehr oder minder langer Strahlenschweif ausläuft, der, mit wenig Ausnahmen, nur an jener Seite seine Lage hat, die von der Sonne abgekehrt ist. Schon nach der Schätzung mit bloßen Augen ist die Ausdehnung, sowohl der Dunsthülle als noch mehr des Strahlenschweifs ungemein groß; aus den genaueren Beobachtungen und Messungen der erscheinenden Größen und der Entfernungen hat man gefunden, daß die Dunsthüllen mehrerer Kometen einen Durchmesser von 30,000, ja von 60,000 Meilen hatten, welcher letztere der halben Mondbahn gleich kam. Ja die Erstreckung des Strahlenschweifs durch den Weltraum betrug zuweilen 20, und selbst über 40 Millionen Meilen, kam mithin dem halben, ja dem ganzen Durchmesser der Erdbahn gleich. Neben dieser ungeheuren Ausdehnung ist die bereits erwähnte Schwäche des Lichtes der Kometen um so auffallender, in Folge von welcher uns diese Weltkörper nur dann sichtbar werden, wenn sie in ihre Sonnennähe und hierbei zugleich in die Nähe der Erde kommen. Denn nur sehr wenige von den bisher genau bekannt gewordenen Kometen bleiben jenseits der Mondbahn, selbst durch Fernröhre sichtbar, nur einer (vom Jahr 1792) welcher von einer ungewöhnlichen Beschaffenheit gewesen zu seyn scheint, wurde von der Erde aus noch in einer Entfernung wahrgenommen, welche dem Abstand des Jupiter nahe gleich kam.

Das Licht in welchem uns die Kometen leuchten, ist nicht in jener Weise wie das der Sonne und der Fixsterne ein selbstständig eigenthümliches, sondern ein von der Einwirkung der Sonne angeregtes oder auch reflektirtes. Vor allem in dem Strahlenschweife dieser merkwürdigen Weltkörper hat man plötzliche Bewegungen und Veränderungen wahrgenommen, welche ihren Grund in elektrischen Spannungen und Entladungen zu haben schienen, von deren Natur wir später bei anderer Gelegenheit reden werden.

Die meisten der bisher genau beobachteten Kometen haben ihre Sonnennähe zwischen der Erde und Sonne, mithin innerhalb der Erdbahn erreicht, nur eine kleinere Zahl derselben außerhalb der Erdbahn. Von jenen, welche ihr Umlauf um die Sonne an uns vorüberführte, haben sich etliche bis auf wenige Hunderttausende, viele bis auf wenige Millionen Meilen der Erde genähert; eine Nachbarschaft welche der des Mondes oder doch der Venus, in ihrer Erdnähe gleich kommt. Bei solchen Gelegenheiten konnte man seit der Verbesserung der Fernröhre ziemlich genaue Beobachtungen über die Naturbeschaffenheit der Kometenkörper machen, und man hat sich überzeugt, daß dieselben zu einer Ordnung der körperlichen Wesen gehören, zu welchen sich in der ganzen uns bekannten näher liegenden Sichtbarkeit kein vollkommen passender Vergleich finden läßt. Zuweilen sah man, mitten durch die über viele Hunderte von Erdendurchmessern ausgedehnte Dunsthülle, und selbst durch ihren scheinbaren Kern, noch öfter aber, weil dieser schon durch seine große Ausdehnung vielfache Gelegenheit dazu darbot, durch den Strahlenschweif, die kleinsten Sterne in ganz unverändertem Lichte durchscheinen. Der Stoff aus welchem die Kometen bestehen, kann deßhalb nicht einmal von der Art unserer feinsten Luftarten seyn, denn so durchsichtig diese auch sind, würden sie dennoch, wenn sie einen Raum einnähmen, welcher dem einer Kometendunsthülle gleich käme, das Licht eines hinter ihnen stehenden Sternes durch Strahlenbrechung (davon wir später reden werden) so verändern, daß uns ein solcher Stern in einer andern Stellung als in seiner wirklichen erschiene. Die Dunstmasse, aus welcher die Kometen gebildet sind, zeigt von dieser Eigenschaft keine Spur, nur das Eine lehrt uns ihre Durchsichtigkeit, daß die einzelnen leuchtenden Theilchen derselben nicht unter einander zu einer in unmittelbarere Berührung übergehenden, flüssigen oder festen Gesammtmasse verbunden sind. Dabei muß auch

der Zug der Schwere, den jene in beständiger, räumlicher Trennung bestehenden Theilchen in ihrer Gesammtheit auf andere, in ihre Nähe kommende Weltkörper ausüben, ein überaus schwacher seyn, denn auch bei jenen Kometen, welche uns am nächsten kamen, oder welche in der Nachbarschaft anderer Weltkörper unseres Sonnensystems vorüberzogen, hat man nicht die mindeste Spur von jener anziehenden Kraft bemerkt, welche in solchem Falle ein Körper, vielmal kleiner als unser Mond, würde geäußert haben. Der Einfluß, welchen die Kometen bei ihrem möglichst nahen Herantreten an einen planetarischen Weltkörper auf diesen haben könnten, würde sich deßhalb wohl nur auf die Atmosphäre desselben beschränken, wo derselbe allerdings bedeutend genug werden könnte.

Die Schriftsteller der älteren Zeiten erzählen uns von Kometen, deren Scheibe so groß als die der Sonne und des Mondes gewesen seyn sollte. So wird dieses von dem Kometen berichtet, der im Jahr 146 vor Christi Geburt zum Schrecken der damals lebenden Völker am Himmel erschien, und eben so von dem, der im Jahr 1066 nach Christi Geburt am Himmel stand. Abgesehen von diesen beiden, so wie von vielen anderen früher gesehenen Kometen, darunter mehrere waren, deren Strahlenschweif über einen sehr großen Theil des Himmels hinüberreichte, war unter allen denen, die seit der Anwendung der Fernröhre auf wissenschaftlich genauere Weise beobachtet worden sind, jener der im Jahr 1680 erschien, der bei weitem augenfälligste und größeste. Das Licht seiner Scheibe, so bleich es auch war, erhellte dennoch das Dunkel der Nacht in demselben Maaße als der Mond, wenn er in Sichelform am Himmel stehet; an seine Dunsthülle schloß sich ein Strahlenschweif an, der sich fast über die Hälfte des Himmelsgewölbes ausstreckte. Dieser Komet kam auf dem Laufe seiner Bahn der Sonne so nahe, daß er nur noch 32,000 Meilen von ihrer Oberfläche abstand. In solcher un=

geheurer, für den Bestand eines planetarischen Körpers unerträglichen Nähe mußte ihm jene leuchtende Welt als eine Scheibe erscheinen, welche mehr als die Hälfte des Himmelsgewölbes einnahm, ihre erleuchtende und erwärmende Kraft mußte hier auf ihm, unseren Berechnungen nach, einige hunderttausend Male stärker sich äußern als auf Erden, und dennoch bemerkte man, als er auf dem Rückwege von der Sonnennähe abermals an unserem Planeten vorüber kam, an seiner Gestalt und Beschaffenheit gar keine wesentliche Veränderung. Freilich verlor sich hierauf dieser Komet, so groß er auch war, bald aus dem Gesichtskreis der irdischen Beobachter, die Sternkundigen aber konnten ihn, eben so sicher als wenn sie ihn noch durch ihre Fernröhre wahrnähmen, durch ihre Rechnungen begleiten, durch welche man fand, daß die Sonnenferne desselben in einer Gegend des Weltgebietes fallen müsse, welche 40mal weiter als die Uranusbahn von der Sonne abliegt. Während dann jener Weltkörper in seiner Sonnennähe in jeder Secunde einen Raum von 53 Meilen auf seiner Bahn durchlief, rückt er in der Gegend seiner Sonnenferne vermöge der dort so vielfach verminderten anziehenden Kraft seines Centralkörpers, in derselben Zeit nur um wenig Ellen weiter, so daß er, nach den neuesten Berechnungen seiner Umlaufszeit, schwerlich vor Ablauf von 8,800 Jahren den Weg von einer Sonnennähe bis zur andern zurücklegen kann. Auch der Umlauf des ziemlich ansehnlichen Kometen von 1811 dauert gegen oder über 3000 Jahre; der Komet von 1769 braucht der Berechnung nach 2020, der von 1806 über 1713 Jahre bis zu seiner Wiederkehr in unsere Nähe. Die Umlaufszeit des schon mehrere Jahrhunderte hindurch beobachteten Halley'schen Kometen, welcher das letzte Mal im Jahr 1835 bei uns in der Erdnähe war, dauert mehrere siebenzig Jahre, und dieser Umlaufszeit kommt die des Kometen von 1815, den Olbers berechnet hat, nahe. Doch gibt es auch einige Kometen,

deren mittlerer Abstand in die Nähe der Bahnen der zum Theil auch fast kometenartigen Asteroiden fällt, und welche deshalb eine viel kürzere Zeit des Umlaufes haben, wohin namentlich der kleine, von Encke genauer beobachtete und berechnete gehört, der sich alle 4 Jahre einmal auf dem Weg nach seiner Sonnennähe der Erde nahet. Zuweilen, wie 1454, 1468, 1618 waren mehrere augenfällig große Kometen in einem Jahre sichtbar.

Die Zahl der bisher aus den Beobachtungen der letztverflossenen Jahrtausende genau bekannt gewordenen und beschriebenen Kometen mag sich auf mehr als 400 schätzen lassen; für etwa 150 von diesen hat man selbst die Bahnen und die ungefähren Umlaufszeiten berechnet. Die Zahl jedoch, der wahrscheinlich in unserem Sonnensystem vorhandenen Kometen ist wohl ohnfehlbar eine viel größere. Denn wie viele von ihnen mögen ihre Sonnennähe in Abständen erreichen, wo sie uns, wegen ihrer Lichtschwäche, nicht mehr sichtbar sind, wie viele mögen das Tageslicht oder ein langanhaltendes trübes Wetter den Augen unserer Astronomen entziehen. Mehrere Male ist es geschehen, daß man bei dem Eintreten einer totalen Sonnenfinsterniß, neben den anderen Sternen, die sich dann mitten am Tag am Himmel zeigten, auch einen Kometen bemerkte, von dessen Anwesenheit in der Nähe der Erde man keine Ahnung gehabt hatte; zuweilen sah man am nächtlichen Himmel der südlichen Halbkugel das Ende des großen Strahlenschweifes eines Kometen, dessen wahrscheinlich sehr ansehnlicher Körper zu derselben Zeit, während des Tages, an der nördlichen Himmelskugel stehen mußte. Mehrere Kometen gehen in solcher Schnelle an der Erde vorüber. daß sie nach wenig Nächten ihren Lauf über das uns sichtbare Gebiet des Himmels vollenden; wären diese Nächte durch Umwölkung getrübt, dann würden wir gar nichts von jenen vorüberziehenden Wanderern erfahren. Wahrscheinlich sind alle Teihle des großen Sonnengebietes von den Bahnen solcher Weltkörper durch-

zogen, von deren Daseyn das Auge des Menschen nichts erfährt. Sie alle aber gehören zu einem Weltganzen, dessen einzelne Stäublein gezählt und gewogen, die von einer zusammenhaltenden Kraft des Schöpfers harmonisch geordnet und zusammengefügt sind. In gewisser Hinsicht mögen allerdings die Kometen zu den festeren, planetarischen Welten unseres Sonnensystems in einem ähnlichen Verhältniß stehen, wie die Wolken und andere Erscheinungen unseres Luftkreises zu dem Körper des Planeten selber. Der aber, welcher selbst den Wolken und Winden nach feststehendem wenn auch von dem menschlichen Verstand noch unerforschtem Gesetz ihren Lauf bestimmte, hat auch jenen wundervollen Meteoren des Weltenraumes ihre Bahnen und Zeiten angewiesen und sich ihrer öfters, auch in der Geschichte der Völker, zu Zeichen bedient, welche ein ernstes Aufmerken erregen konnten.

13. Die Fixsterne.

Der bei weitem größeste Theil der Sterne, die wir am nächtlichen Himmel erblicken, bestehet aus solchen, welche nicht wie der Mond oder wie die Planeten und Kometen ihre Stellung gegen einander in einer nach wenig Tagen oder Jahren bemerkbaren Weise verändern, sondern welche, scheinbar wenigstens für unser Auge, in einer sich immer ähnlichen Lage gegen einander verbleiben. Aus diesem Grunde sind sie schon in alter Zeit Fixsterne, d. h. feststehende, Sterne der (oberen) Himmelsveste genannt worden.

Es trägt sich nicht selten zu, daß, von der Erde aus gesehen, zwei oder mehrere Planeten so nahe an einem Punkt des nächtlichen Himmels beisammen stehen, daß eine Linie, welche man senkrecht auf der Ebene der Ekliptik oder der Sonnen- (und Mond-) Bahn durch einen derselben zieht, zugleich auch den oder die andern trifft. Man sagt dann, daß dieselben in Conjunktion stehen. Wenn dieß etwa mit Venus und Jupiter, oder, in freilich seltenen Fällen, mit Venus, Mars, Jupiter und

Saturn geschieht, dann bemerkt man schon nach wenig Nächten, daß Venus und Mars aus dieser Linie herausgetreten sind; bald entfernt sich auch Jupiter aus derselben, und nach wenig Wochen ist diese ganze nachbarliche Zusammenstellung aufgelöst, alle die einzelnen Planeten, welche dieselbe bildeten, sind auf sehr merkliche Weise von einander hinweg gerückt. Dagegen haben sich die Fixsterne, welche im Sternbild des Orion den sogenannten Jacobsstab, oder Gürtel bilden, seit Jahrtausenden in ihrer, einer Linie gleichenden Stellung erhalten; die kleinen Sterne, aus denen die Gruppe der Plejaden (des eigentlichen Siebengestirnes) besteht, sind noch eben so nahe zusammengehäuft wie in den ältesten Zeiten der Völker; das sogenannte Reuterlein, jener kleine, nur für scharfe Augen erkennbare Stern, welcher sich ganz nahe über dem mittleren Deichselstern des großen Wagens findet, bleibt ein wie das andere Jahr in gleicher Richtung und Ferne von seinem Nachbar.

Dennoch, wie dieß die genaueren Messungen der neueren Sternkunde gezeigt haben, sind auch die Fixsterne, wie alles Endliche und Geschaffene, nichts unbeweglich Feststehendes, sondern auch sie sind Bewegungen, sind Veränderungen im Raum und in der Zeit unterworfen, nur sind in Folge ihres ungemein großen Abstandes von uns jene Bewegungen in unbekannten Bahnen, für uns Erdenbewohner so schwer bemerkbar, daß sie sich dem gewöhnlichen, natürlichen Augenmaaß ganz entziehen.

Der Feldmesser auf Erden schätzt auf die Weise die Entfernung eines Gegenstandes ab, daß er seine scheinbare Stellung zu irgend einem andern festen Punkt, und dann die Veränderung dieser scheinbaren Stellung beachtet, welche dadurch bewirkt wird, daß der Beobachter selber seinen Standpunkt verändert. Ein Baum und ein Thurm, so wie in noch weiterer Ferne von ihnen ein Berg, stehen uns scheinbar an dem einen Punkt, von welchem aus wir sie beobachten, in gerader Linie hinter einander und zwar alle 3 etwa gerade nach Süden hin.

Wir gehen nur wenige Schritte von dem ersten Standpunkt hinweg, und schon ist der Baum aus seiner geraden Stellung nach Süden, so wie aus der gleichen Linie mit dem Thurm und dem Berge getreten; wir entfernen uns noch weiter von dem anfänglichen Ort der Beobachtung, und auch der vielleicht zehnmal oder zwanzigmal weiter als der Baum von uns abgelegene Thurm verläßt seine Stellung; statt uns in Süden zu bleiben, ist er, wenn wir nach Osten gingen, scheinbar nach Westen, wenn wir die entgegengesetzte Richtung nahmen, nach Osten gerückt und dasselbe geschieht uns zuletzt bei einer noch größeren Veränderung unseres Standpunktes mit dem fernstehenden Berge: auch dieser erscheint uns nach einiger Zeit nicht mehr genau in Süden, sondern in immer zunehmendem Maaße nach Südost oder Südwest gelegen.

Wenn uns der Mond gerade in Süden, hoch am Himmel steht, dann befindet sich der Punkt, aus dem wir ihn beobachten, mit dem Monde, wie mit dem Mittelpunkte der Erde in gerader Linie. Wir würden dann, wenn wir in der Mitte unseres Planeten stehend von da aus den Mond betrachten könnten, ihn ganz in derselben Richtung und an derselben Stelle des Himmels erblicken, bei welcher er uns von der Erdoberfläche aus erscheint. Wenn uns dagegen der Mond bei seinem Aufgehen in Osten, oder bei seinem Untergang in Westen steht, dann befindet sich unser Standpunkt nicht mehr in einer und derselben Linie mit dem Mittelpunkte der Erde und mit dem Monde, dieser nimmt jetzt eine andere scheinbare Stellung am Sternenhimmel ein, als jene wirkliche ist, welche er in der gleichen Richtung mit der Erdmitte haben würde; es ist, durch die Veränderung unseres Standortes, eine Verschiebung des Gesichtswinkels eingetreten, welche in der wissenschaftlichen Sprache der Sternkunde Parallaxe heißt.

Nach einem schon größeren Maaßstabe zeigt sich uns eine solche Verschiebung des Gesichtswinkels an den Planeten unseres Sonnensystems. Wenn ein solches leuch-

tendes Gestirn, von der Erde aus gesehen, zur Mitternachtszeit genau in Süden in der Nähe irgend eines Fixsternes stehet, dann ist dieß die wirkliche Stellung auf seiner Bahn um die Sonne, welche er auch von diesem Mittelpunkt des Systemes, von der Sonne aus gesehen, in dem nämlichen Augenblick einnimmt, denn unsere Erde befindet sich jetzt, wenn der Planet in Opposition mit der Sonne ist, das heißt, wenn er dann aufgeht, wenn diese untergeht, in einer und derselben Linie mit der Sonne und mit dem Planeten. Wenn dagegen von hier an die Erde auf ihrer Bahn schneller als Mars, als Jupiter und Saturn von West nach Ost vorrückt, dann bleiben diese Gestirne scheinbar nicht mehr in der Stellung, die sie, von der Sonne aus gesehen, wie die Berechnung lehrt, jetzt wirklich einnehmen, sondern sie rücken uns, wie nach dem vorhin gebrauchten Vergleich der Baum, der Thurm, der Berg, dem Anscheine nach gegen Ost; sie werden rückläufig. Je näher uns der Planet ist, desto augenfälliger ist die Verrückung des Gesichtswinkels; sie kann bei Mars nahe an 42, bei Jupiter $11^1/_9$, bei Saturn über 6, bei Uranus 3 Grade betragen; sie ist mithin selbst für diesen abgelegensten aller Planeten noch sehr augenfällig. Wenn wir dagegen an zwei einander entgegengesetzten Punkten der Erdbahn, das eine Mal im Sommer, das andere Mal im Winter, oder einmal im Frühling, das andere Mal im Herbste, die Stellung zweier ganz nahe bei einander stehender Fixsterne, eines größeren und kleineren, mithin vielleicht näheren und ferneren, beobachten, oder wenn wir, was sicherer ist, genau, bis auf Theile einer Zeitsecunde, den Augenblick beachten, in welchem in dieser und in einer andern Jahreszeit ein Fixstern wieder in denselben Punkt der Himmelsgegend tritt, dann finden wir, daß die mächtig große Linie eines Durchmessers der Erdbahn, daß die Entfernung der beiden verschiedenen Standpunkte der Beobachtung, obgleich dieselbe über 40 Millionen Meilen betrug, auf die Veränderung der

scheinbaren Stellung der Fixsterne gar keinen für uns erkennbaren oder einen nur wenig merklichen Einfluß habe. Nur mit großer Mühe ist es deßhalb gelungen, die Parallaxe einiger Fixsterne zu beobachten und hieraus ihren Abstand von uns zu berechnen. Dieser ist so groß, daß aus der Ferne eines solchen Sternes eine leuchtende Scheibe, wenn sie den Durchmesser der Erdbahn hätte, nur etwa eine halbe, oder auf's Höchste fast eine ganze Secunde groß erscheinen würde, mithin mehr denn 150000 oder doch über 75000 mal kleiner, denn uns die Mondscheibe. Wenn wir die hierauf gegründeten Angaben der Entfernung der Fixsterne nach Halbmessern der Erdbahn (einen zu $20^7/_{10}$ Mill. Meilen) berechnen, dann ergiebt es sich, daß jener Fixstern, welcher unter den bisher genauer beobachteten als der nächste erschien (der helle Stern am Kopfe des Centauren auf der südlichen Himmelskugel), wenigstens 200,000; zwei andere, auf unserer Halbkugel sichtbare Sterne, fast 600,000 und 800,000 Erdbahnhalbmesser von uns abgelegen sind. Nach dem zwergartig kleinen Maaßstabe der irdischen Räume betragen diese Abstände $4^1/_7$, $12^3/_7$, $16^4/_7$ Billionen geographische Meilen. Der Lichtstrahl, dessen Bewegen den weiten Raum zwischen der Sonne und Erde schon in 8 Minuten zurücklegt, würde, um aus solcher Ferne, wie die der nächsten Fixsterne ist, auf uns zu wirken, länger als 3 ja über 9 und über 12 Erdenjahre gebrauchen. Ja, wenn sich mit Sicherheit annehmen ließe, daß die Fixsterne desto weiter von uns entfernt wären, je kleiner und lichtschwächer sie uns von der Erde aus erscheinen, dann möchte es unter diesen Lichtwelten solche geben, aus deren abgelegenen Fernen der Lichtstrahl erst nach vielen Jahrtausenden zu uns gelangen könnte.

Schon die Beachtung dieser ungeheuern Abstände läßt es uns errathen, daß das Licht, in welchem uns die Fixsterne leuchten, nicht so wie bei den Planeten und Monden ein von unserer Sonne ausgehendes und empfangenes seyn könne, sondern daß dasselbe, eben so wie

bei unserer Sonne, ein eigenthümliches, selbstständiges seyn müsse. Ein planetarischer Körper, wenn er auch in derselben Stärke von der Sonne beleuchtet und dabei viele hunderttausend Mal größer wäre als unser Mond, würde, wegen seines schwachen Lichtes in einer Entfernung, die nur dem halben Abstand des nächsten Fixsterns gleich käme, selbst durch die besten Fernröhre nicht mehr bemerkbar seyn; ein großer Theil der Fixsterne aber wird schon mit bloßen Augen in hellstrahlendem Glanze gesehen.

Das Licht des Sirius ist, wie dieß (nach Cap. 2) die genauesten Messungen seiner Stärke gezeigt haben, 20,000 Millionen mal schwächer als das Licht der Sonne; hieraus läßt sich berechnen, daß uns die Sonne schon dann, wenn sie nur 141,400mal weiter von uns entfernt wäre, als sie dieses wirklich ist, nur noch als ein Stern von der Helligkeit oder scheinbaren Größe des Sirius erscheinen würde. Nun sind aber doch selbst jene Fixsterne, an denen man noch eine meßbare Parallaxe entdeckte, und die man deßhalb für die nächsten von uns halten muß, 200,000 bis 800,000 Abstände der Sonne von uns entfernt, Sirius aber gehört nicht unter diese nächsten, man kann deßhalb nichts sicher Gegründetes gegen die Behauptung eines großen englischen Naturforschers (Wollastons) einwenden, daß Sirius in einem Glanze leuchte, welchen, in solcher Entfernung von uns kaum 14 unserer Sonnen (oder ein 14mal größerer Lichtkörper als diese) haben würden. Der helle Stern Wega, im Sternbild der Leier, steht uns allem Anschein nach viel näher als Sirius, und dennoch leuchtet er in einem 9mal schwächeren Lichte als dieser. Auch der kleine fortrückende Stern, im Bild des Schwans, von dem wir sogleich mehr reden werden, gehört, wie seine Parallaxe gezeigt hat, zu den näher bei uns stehenden Lichtwelten, und doch ist sein Glanz ein sehr schwacher. Schon aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß der Grad der Lichtstärke oder der erscheinenden Größe nicht allein von der Nähe abhänge, in der sich die Fixsterne bei uns und

unserem Sonnensystem befinden, sondern von einem Maaß der leuchtenden Kraft und vielleicht auch der wirklichen leiblichen Größe, welche den einzelnen Sternen selbstständig zukommen.

Man pflegt jene Sterne, welche in den heitersten Nächten, wenn der Mond nicht am Himmel steht und auch keiner der hellsten Planeten das Dunkel mildert, durch ein bloßes, scharfsichtiges Menschenauge noch unterscheidbar sind, ihrer Lichtstärke oder scheinbaren Größe nach in 7 Rangordnungen zu theilen. Sterne vom ersten Rang der Größe, welche aber freilich, wie das Beispiel von Sirius und Wega lehrt, an Helligkeit sehr verschieden sind, zählt man 18, davon 9 der nördlichen, 9 der südlichen Halbkugel des Himmels zukommen. Auch die 52 Sterne der 2ten Größe sind ziemlich gleichmäßig an beide Himmelshälften vertheilt, und selbst von denen der dritten Größe, deren über 200 sind, mag dieß beiläufig gelten. Sterne der vierten Größe mag es gegen 460, der fünften über 1160, der 6ten und 7ten aber vielleicht weit über 12,000 geben, so daß die Zahl aller an beiden Halbkugeln für ein sehr scharfes Menschenauge erkennbaren Sterne auf 15,000 bis 20,000 geschätzt wird.

Aber diese enge Gränze, welche uns durch die Sehkraft unseres Auges gesetzt ist, wird sehr weit überschritten durch die vergrößernde, raumdurchdringende Wirksamkeit unserer besten Fernröhre. Wenn man durch ein solches die Milchstraße betrachtet, jenen breiten, wie aus milchicht weißem Lichtnebel gebildeten Gürtel, der sich in schräger Richtung über das ganze Gewölbe des Himmels hinüberzieht, dann erkennt man daß dieser Lichtschimmer von einer zahllosen Menge von Sternen herrühre, welche so eng zusammen gedrängt stehen und so überaus klein sind, daß sie das bloße Auge nicht mehr von einander unterscheiden kann. Die Zahl der Sterne aus denen die Milchstraße bestehen mag, wurde von dem älteren Herschel auf wenigstens 20 Millionen geschätzt, und nach der Vermuthung dieses großen

Sternkundigen, so wie mehrerer anderer Astronomen, sind diese Sternenheere in der Form einer, oder genauer genommen mehrerer, fast in gleicher Ebene liegenden scheibenartigen Schichten angeordnet, deren Dicke oder Höhe ungleich weniger beträgt, als die Ausdehnung der Länge und Breite, und nahe bei deren Mitte sich unser Sonnensystem befindet. Der Sohn des vorhin genannten berühmten Astronomen, der jüngere Herschel, sprach übrigens, seitdem er bei seinem Aufenthalt am Cap der guten Hoffnung die Milchstraße auch auf der südlichen Halbkugel des Himmels genau beobachtet hatte, über ihre Gestalt und Anordnung eine andere, sehr beachtenswerthe Ansicht aus. Nach dieser Ansicht liegt unser Sonnensystem in einer höchst eigenthümlichen Region des Weltgebäudes, in welcher sich auf weite Fernen hin kein anderer, sonnenartig leuchtender Weltkörper findet. Um diese durch eine weite Kluft selbst von den nächsten Fixsternen geschiedene Weitung zieht sich die Milchstraße, mit dem zu ihr gehörigen Sternenheere, nicht als eine bloße Schicht, sondern in Ringform herum, dessen innerer Saum, weil die Stellung unserer Sonne im Innern des Ringes eine eccentrische ist, in der Gegend des Sternbildes des südlichen Kreuzes uns näher liegt als an der entgegengesetzten Seite. Noch um einen bedeutenden Schritt weiter ist man in neuester Zeit in der Erkenntniß der Anordnung des Fixsternhimmels durch die Entdeckung eines deutschen Astronomen, Mädler, gekommen. Ein vielseitiger, gründlicher Vergleich der eigenen, fortrückenden Bewegungen der Fixsterne hat diesen zu der Ueberzeugung geführt, daß der gemeinsame Schwerpunkt, auf welchen all diese Bewegungen sich beziehen, in die Sterngruppe der Plejaden oder des Siebengestirns falle. Obgleich der verhältnißmäßig sternenleere Raum des Himmels, in welchem unsere Sonne steht, von der Mitte der Plejadengruppe so weit abliegt, daß der Lichtstrahl den Weg von dort bis zu uns erst in 500 Jahren durchlaufen könnte, befinden wir uns dennoch tief im

Innern und verhältnißmäßig nahe an dem Mittelpunkt des unermeßbaren Kreises, den die Ringe der Milchstraße gleich Lichtmauern umgürten. Mit unserer Sonne zugleich gehören denn auch alle die unserem Auge deutlicher unterscheidbaren (näheren) Fixsterne, höchst wahrscheinlicher Weise zu dem Innern des gesammten Milchstraßensystemes.

Nur diese mit dem bloßen Auge sichtbaren Sterne konnten dem Alterthum, vor Erfindung der Fernröhre, bekannt seyn; ihre gegenseitigen Stellungen und Zusammenhäufungen haben Veranlassung gegeben zu dem glücklichen Einfall, die Gruppirungen derselben in der Gestalt von Bildern bekannter Gegenstände aufzufassen, und als solche sie zu benennen. Daraus sind schon wenigstens vor fast 4 Jahrtausenden die sogenannten Sternbilder entstanden, durch welche die Regionen des Himmelsgewölbes eben so von einander geschieden und abgetheilt werden, wie die Oberfläche der Erde durch die Abgränzung der verschiedenen Welttheile und Länder. Wegen dieser für die Betrachtung des Sternenhimmels sehr wichtigen Anwendung wird es gut seyn, wenn wir einige der augenfälligsten Sternbilder etwas näher, und in solcher möglichst großen Genauigkeit beschreiben, daß jeder der Leser sie hiernach von selber auffinden kann.

14. Die Sternbilder.

Wenn man in den Sommermonaten Juli und August früh vor Sonnenaufgang, so wie in den Herbstmonaten gegen Ende Oktobers und im November einige Stunden nach Sonnenuntergang das Auge gerade nach Osten wendet, dann bemerkt man gleich auf den ersten Blick eine Art von kleiner Lichtwolke, welche aus einer nahe zusammengedrängten Gruppe von sehr kleinen Sternen besteht. Diese Sternengruppe führt außer dem Namen der Plejaden auch noch seit alten Zeiten den des Siebengestirns, weil ein scharfes Auge, wenn es nach verschiedenen Richtungen sich wendet, in ihr 6

bis 7 Sternchen unterscheidet, deren größester schon im Buch Hiob die Gluckhenne heißt. Der wolkenähnliche Lichtschein, welchen der kleine Sternhaufen hat, kommt übrigens nicht allein von den 6 oder 7 dem Auge unterscheidbaren, sondern von einer Menge anderer, nur durch das Fernrohr erkennbaren, noch viel kleineren an dieser Stelle des Himmels zusammengehäuften Sterne her, deren Zahl auf 50 bis 60 geschätzt wird. Wenn man in den vorher erwähnten Zeiten des Jahres von dem Siebengestirn, oder, wie dasselbe von den alten Griechen genannt wurde, von den Plejaden in Gedanken eine Linie fast gerade herunterwärts nach dem Horizont ziehet, dann erblickt man einen hellen, etwas röthlich funkelnden Stern von erster Größe, welcher mit noch vier andern Sternen von dritter Größe die Figur einer horizontal liegenden römischen > oder ein fast gleichschenklichtes Dreieck bildet, dessen Spitze rechts, gegen Süden gekehrt ist. Die Alten haben sich unter diesem Dreieck die Gestalt eines Stierkopfes gedacht, als dessen rechtes Auge der helle Stern, der an der oberen Ecke desselben stehet, und der auch Aldebaran heißt, angesehen wurde, während man in 2 Sternen, welche links von dem Dreieck näher gegen den Saum der Milchstraße hin stehen, die Spitzen der Hörner dieses Stierhauptes sich vorgestellt dachte. Das erwähnte Dreieck mit seinem großen Stern führt auch den Namen der Hyaden, und das ganze Sternbild soll den Vordertheil eines Stierkörpers darstellen, an dessen Schultern das Siebengestirn stehet.

Wenn man von diesem, dem Siebengestirn, in ziemlich wagrechter (horizontaler) Linie zur Linken blickt, dann bemerkt man da einen hellen Stern der ersten Größe, Capella genannt. Man dachte sich unter diesem Stern die Bezeichnung des Kopfes einer Ziege, welche ein Mann, der Fuhrmann genannt, trägt, zu dessen Umriß zwei unter der Capella stehende Sterne gehören, welche aus ihr ein Dreieck bilden, dessen stumpfe

Spitze gegen Norden gekehrt ist. Drei andere sehr kleine Sterne stellen rechts gegen das Siebengestirn die Form eines sehr spitzen, länglichten Dreieckes dar, dessen Spitze nach oben gegen Capella hin gerichtet ist. Die lebhafte Einbildungskraft der Alten dachte sich unter diesen 3 kleinen Sternen die Bezeichnung zweier kleiner Zicklein, welche der Fuhrmann zugleich mit ihrer Mutter trägt.

Rechts von Capella hinüber, nach dem Siebengestirn oder den Plejaden hin, sieht man, wenn der Mond nicht zu hell scheint und der Himmel heiter ist, den schon erwähnten breiten Gürtel der Milchstraße, der sich nach Westen in zwei Arme oder Ströme theilt.

In diesem Lichtgürtel der Milchstraße bemerkt man, wenn man das Gesicht gegen Süden und den Scheitel gegen Norden kehrt, und nun gerade emporwärts zum Scheitelpunkt des Himmels blickt, vorzugsweise 5 Sterne, welche in zickzackähnlicher Form gleich einem schräge liegenden W beisammen stehen. Das Sternbild zu welchem dieses W gehört heißt die Cassiopea.

Gegen Westen von der Cassiopea, in der Milchstraße hinabwärts, nahe an der Stelle wo diese sich in ihre zwei langen Ströme theilt, zeigt sich ein heller Stern, Deneb genannt, welcher an der Spitze eines großen Kreuzes steht, das mit ihm noch 5 andere Sterne, entlang der Milchstraße, bilden. Denn nahe unter dem Deneb, gegen Westen hin, stehen zuerst 3 Sterne in einer Linie, welche die Milchstraße quer durchschneidet, und die den Querbalken des Kreuzes darstellt, dessen Stamm in einer Linie liegt, die man sich von Deneb aus durch den mittleren Stern des Querbalkens gezogen denkt, und welche weiter hinab verlängert in der Milchstraße auf noch zwei andere kleine Sterne trifft, die fast eben so weit von einander abstehen als der oberste, kleinste derselben vom Mittelstern des Querbalkens, und dieser wieder von Deneb. Man kann dieses Sternbild das nördliche Kreuz nennen, öfter und

gewöhnlicher aber dachte man sich darunter die Gestalt eines fliegenden Schwans, dessen Schwanzende in die Gegend von Deneb, die ausgebreiteten Flügel in die des Querbalkens, der lange Hals mit dem Kopfe in der Richtung der westlicheren Sterne des langen Kreuzesbalkens fielen.

Von dem Hals des Schwans nordwärts oder rechts neben der Milchstraße erblicken wir in den herbstlichen Abendstunden einen ziemlich hellen Stern der ersten Größe, Wega genannt. Dieser gehört nebst zwei kleinen in Form eines Dreieckes links neben ihm stehenden, so wie mit zwei andern, südwestwärts unter ihm erkennbaren nahe zusammengedrängten Sternchen zu dem Sternbild der Leyer.

Wiederum rechts von der Wega, nach dem nordwestlichen Horizont hin, fällt ein großer schöner Ring von kleinen Sternen in's Auge, welcher zwar nur nach unten durch deutlich wahrnehmbare Sterne geschlossen ist, dennoch aber auf den Gesichtssinn den Eindruck eines fast kreisrunden Bildes macht, welches den Namen der Krone, der größte Stern aber in ihm den Namen des Edelsteines (Gemma) führt.

Wenn man sich von der Gemma aus eine Linie links, nach dem unteren Ende der Milchstraße gezogen denkt, dann trifft diese Linie in der Nähe der Milchstraße auf 2 Sterne, davon der rechts gelegene, kleinere, den Kopf des Hercules, der hellere, mehr links gelegen, den Kopf des Schlangenhalters oder Ophiochus bezeichnen soll. Das Sternbild des Herkules hat eine mit dem Kopfe niederwärts geneigte Stellung; seine Füße reichen zwischen der Leyer und Krone hinauf bis zu dem später zu erwähnenden Sternbild des nördlichen Drachen; zu dem Bild des Ophiochus gehören unterwärts seines Hauptsternes die beiden Paare der nahe beisammenstehenden kleinen Sterne, welche die Stellen andeuten sollen, an denen seine Hände die Schlange erfassen.

Tief am nordwestlichen Horizont funkelt in den eben erwähnten Zeiten des Jahres rechts unter der Krone ein Stern der ersten Größe, so hell, daß man ihn zu Ende Octobers und Anfang Novembers fast zuerst am nördlichen Abendhimmel aus der Abenddämmerung hervorkommen siehet. Dieser Stern heißt Arctur, und steht auf unsern Sterncharten am Gewand des Bärenhüters oder des Bootes, dessen großes Sternbild sich weit nach Norden hinan, bis gegen und etwas über die Krone hinaus erstreckt, welche es zur Linken läßt, während sich in ziemlich weiter Entfernung, rechts von demselben, ein Dreieck von kleinen Sternen zeigt, welches die Hand des Bootes an seinem ausgestreckten linken Arme darstellen soll.

Nahe bei diesem Sternendreieck beginnt ein Sternbild, das einen ansehnlichen Theil des Raumes ausfüllt, welcher in der ohngefähren Richtung von der Krone nach der Capella, so wie unterhalb dieser Richtung liegt. Es ist dieß der große Bär, oder der große Wagen, in einigen Gegenden von Deutschland auch als das große Siebengestirn benannt, weil an ihm hauptsächlich sieben, freilich nicht wie bei dem eigentlichen Siebengestirne eng zusammengedrängte, sondern weit von einander abgelegene Sterne von zweiter Größe in's Auge fallen. Zuerst von der Krone, oder von den nahe gelegenen Sternen an der Hand des Bootes herüber, finden sich 3 Sterne in einer bogigten Linie, oder in Form eines sehr stumpfwinkligen, ungleichseitigen Dreieckes, welche die Deichsel des Wagens oder den Schwanz des großen Bären vorstellen sollen. Schräg über dem mittleren dieser 3 Sterne kann ein gutes Auge einen kleinen Stern der fünften Größe, das Reuterlein (Alcor) genannt, unterscheiden. Weiter nach der Richtung gegen das Sternbild des Fuhrmanns (mit der Capella) hin, in der benannten Jahreszeit zur Rechten der 3 Deichsel- oder Schwanzsterne folgen dann vier Sterne, welche, je zwei und zwei in einer Linie stehend, ein in die Länge gezo-

genes, etwas ungleichseitiges Viereck bilden. Unter diesen 4 Sternen pflegt man sich die 4 Räder des Wagens, oder den hinteren Theil des Rückens des großen Bären vorzustellen, dessen Kopf noch weit über die vorderen Rädersterne hinaus durch einen ziemlich weitläufigen Haufen kleiner Sterne, die Klauen aber tief nach unten, an der von der Milchstraße am weitesten hinweggewendeten Seite des Sternbildes durch je zwei und zwei nahe beisammenstehende kleine Sterne bezeichnet werden.

Wichtiger als das Sternbild des großen Bären ist für die Seefahrer und für Reisende auf unbekannten, ungebahnten Strecken der ganzen nördlichen Halbkugel das Sternbild des kleinen Bären, denn zu diesem gehört der Polarstern, welcher zu allen Zeiten des Jahres so wie der einzelnen Nächte beständig ganz nahe an derselben Stelle des Himmels gesehen wird. Nach dieser Stelle ist der Nordpol unseres Planeten hingerichtet, der bei der täglichen Bewegung um die Axe, so wie bei dem jährlichen Umlauf um die Sonne, unverrückt die gleiche Richtung beibehält, während die anderen Erdgegenden, je näher sie nach dem Aequator hinliegen, desto bemerkbarer in jeder Stunde der Nacht andere Sterne über sich hinziehen sehen. Wenn man durch jene beiden Rädersterne des großen Wagens oder des Bären, welche am weitesten von den Sternen der Deichsel oder des Schwanzes abstehen, in Gedanken eine Linie nach der Milchstraße hinziehet, dann trifft diese ohngefähr in der Mitte zwischen der Milchstraße und dem oberen Stern des Räderpaares auf einen vereinzelt stehenden, ziemlich hellen Stern von zweiter Größe, den man auch daran erkennen und auffinden kann, daß er unter allen Sternen, welche zwischen der Deichsel des großen Wagens und der Kassiopea stehen, der hellste ist und auch fast in der Mitte zwischen diesen beiden Gegenden gefunden wird. Dieses ist eben der Polarstern, der uns die Weltgegend des Nordens andeutet. Das Sternbild, zu welchem er gehört, besteht auch vornämlich aus sieben

Sternen, welche eine fast ähnliche Stellung gegen einander haben wie die 7 Hauptsterne des großen Bären, und daher als kleiner Bär, oder als kleiner Himmelswagen benannt werden, freilich aber mit Ausnahme des Polarsternes, der an der äußersten Spitze des Schwanzes steht, viel kleiner und lichtschwächer sind, als die Sterne des großen Bären. Man kann sie dadurch auffinden, daß man sich von den beiden innersten Deichsel- oder Schwanzsternen des großen Bären zwei parallele Linien nach der Milchstraße hin gezogen denkt; diese Linien treffen dann auf die 4 Rädersterne; zwei andere kleine Sterne, welche von diesen hinwegwärts gegen den Polarstern und mit diesem in einer Linie stehen, gehören zur Deichsel oder zum Schwanze des Sternbildes.

Zwischen dem großen und kleinen Bären zieht sich, mit seinen vielen kleinen Sternen, das Bild des Drachen oder der Nord-Schlange hin, das sich bis nahe zur Leyer in vielen Krümmungen ausdehnt, wo der Kopf der Schlange in der Nähe der Wega an 5 Sternen erkannt wird, davon die 3 vordersten ein spitzwinklichtes Dreieck bilden.

Wenn man, in der oben erwähnten Jahreszeit, von dem schief stehenden W in der Milchstraße (dem Sternbild der Kassiopea) weiter nach Osten, gegen Capella und gegen die Hörnerspitzen des Stieres hin mit den Augen fortgehet, dann sieht man, in der geraden Richtung zwischen dem Siebengestirn (Plejaden) und der Kassiopea, mitten in der Milchstraße, da wo diese einen ganz besonders hellen Glanz hat, drei sehr augenfällige Sterne, welche in einer wenig gebogenen Linie stehen. Diese bezeichnen das Sternbild des Perseus. Der Stern, welcher zur Seite der beiden untersten außerhalb der Milchstraße gesehen wird, und mit jenen beiden ein sehr spitzes, langgedehntes Dreieck bildet, heißt Algol. Er bedeutet mit noch 3 andern, nahe bei ihm stehenden sehr kleinen Sternen das Haupt der Meduse, welches Perseus in seiner Hand hält.

Eine Linie, die man sich von Capella aus etwas unterhalb dem mittleren größten Stern im Perseus zwischen ihm und Algol schräge durch die Milchstraße gezogen denken kann, trifft auf drei Sterne, welche in fast gerader Richtung und gleichmäßigen Abständen angeordnet sind. Diese 3 Sterne bezeichnen das Sternbild der Andromeda, und zwar der zunächst an Perseus stehende die Gegend des Fußes, der darauf folgende mittlere die Gegend des Gürtels, der dritte äußerste die des Kopfes. Mit diesem dritten Stern bilden noch drei andere Sterne am südöstlichen Himmel ein großes Viereck, welches das Sternbild des geflügelten Rosses, oder des Pegasus vorstellt.

Eine Linie von Capella durch Algol gezogen und dann weiter durch das Bild der Andromeda verlängert, trifft unterhalb des Fuß- und Gürtelsternes dieses Sternbildes auf drei kleine Sterne, welche ein spitz zulaufendes Dreieck mit zwei längeren und einer kürzeren Seite darstellen, und als nördlicher Triangel benannt sind. Wenn man jetzt von neuem, von jenem Stern in der Andromeda, der zunächst an der Milchstraße stehend die Stelle des Fußes bezeichnet, eine Linie durch den Triangel zieht, dann trifft diese weiter nach unten verlängert auf einen Stern der zweiten Größe, neben welchem zur Rechten noch zwei kleinere, näher beisammen stehende Sterne bemerkt werden, die mit dem größeren Stern eine Art von ungleichseitiger triangulärer Form bilden. Diese 3 Sterne bezeichnen den Kopf des Widders, an dessen Stirn der größere derselben steht. In die Gegend des kleinsten der drei Sterne, welcher Mesarthim heißt, fällt der erste Grad des Widders und der Anfang des in 360 Grade getheilten Thierkreises, in welchem die Bahn der Sonne, bei ihrem scheinbaren Jahreslauf, die Bahn des Mondes und die Bahnen aller Hauptplaneten (mit Ausnahme einiger Asteroiden) ihre Lage haben.

Die ziemlich ähnliche, nur viel größere Figur eines ungleichseitigen Dreiecks, welche unterhalb des Widders, in einer Linie mit dem hellen Stern von diesem und mit dem mittlern Stern der Andromeda gefunden wird, gehört schon zu dem großen Sternbild des Wallfisches, das sich in unserer Gegend bis weit hinab gegen den südöstlichen Horizont ausdehnt. Der Stern aber der ersten Größe, der in den nördlicheren Ländern gar nicht sichtbar, bei uns unter allen größren Sternen am tiefsten im Südosten stehet, heißt Fomahand, und bezeichnet den großen Fisch des Wassermannes, dessen unscheinbares, aus lauter kleinen Sternen bestehendes Bild, oberhalb des Fomahand, zwischen diesem und dem Pegasus seine Lage hat. Noch unscheinbarer als das des Wassermannes, ist das Sternbild der Fische des Thierkreises, von welchem wir hier nur die Lage, zwischen der Andromeda, dem Widder, dem Pegasus und dem Wallfische andeuten wollen.

Desto augenfälligere, ausgezeichnetere Sternbilder finden wir, wenn wir uns jetzt wieder zu dem westsüdwestlichem Verlaufe der Milchstraße hinwenden. Hier sehen wir in dieser Jahreszeit, tief unter dem Schwan, am äußern Saume des linken Stromes der Milchstraße, drei Sterne, welche in einer schräge nach unten gerichteten Linie neben einander stehen. Der mittlere ist der hellste, er wird zu den Sternen der ersten Größe gezählt, und heißt Atair, das ganze Sternbild aber führt den Namen des Adlers. Mit Wega in der Leyer und Deneb im Schwan, bildet Atair ein gleichschenkliches, spitzes Dreieck, dessen scharfe Spitze auf Atair fällt.

Links oder ostwärts über dem Adler, gegen den Pegasus hinauf, findet man vier kleine Sterne, die in der Form eines verschobenen Viereckes (einer Raute) beisammen stehen. Diese bilden das kleine Sternbild des Delphins.

Wenn man aber eine Linie durch die 3 Sterne im Adler, zur Linken hinabwärts, gegen den Horizont zie-

het, dann trifft diese zuerst auf einen vereinzelten Stern, welcher zu dem später erfundenen, unansehnlichen Bild des Antinous gehört, hierauf in noch einmal so weitem Abstande auf 2 Sterne, welche fast in einer gleichlaufenden (parallelen) Richtung, schräg unter einander stehen, als die Sterne des Adlers. Diese bedeuten die Hörner am Sternbild des Steinbocks, und sie bezeichneten, nach der vormaligen Stellung des Frühlingsnachtgleichenpunktes, am ersten Grade des Widders, jenen Punkt des Thierkreises, von welchem aus die Sonne, wenn sie am kürzesten Tage des Jahres bei ihrem scheinbaren Lauf ihn erreicht hat, wieder aufwärts steigt nach unserer nördlichen Halbkugel, wo dann die Tage wieder zunehmen.

Tief gegen den Horizont hinab, am östlichen oder linken Saume der Milchstraße, und zum Theil noch in ihrem östlichen Strome, erkennt man in dieser Jahreszeit noch das Sternbild des Schützen, welches mit Deneb im Schwan und Atair im Adler in gleicher Richtung liegt. Innerhalb der Milchstraße stellen mehrere Sterne, welche in einer etwas gekrümmten, von oben nach unten gehenden Linie stehen, den Bogen, einige andere, den in fast horizontaler Stellung die Milchstraße durchschneidenden Pfeil, ein größerer außerhalb der Milchstraße stehender Stern die rechte Hand des Schützen vor, welche die Senne des Bogens spannt.

Die bisher beschriebenen Sternbilder sind in der angedeuteten Stellung in den Abendstunden der Herbstmonate, namentlich des Oktobers und Novembers mit verhältnißmäßig so geringer Schwierigkeit aufzufinden, daß, wenn sich Etliche, denen der hehre Anblick des Sternenhimmels Freude macht, zusammen vereinigen wollen, in der Weise, daß der eine von ihnen, vielleicht bei dem Schein einer Laterne, die hier voranstehende Beschreibung Stück vor Stück vorliest, während die Andern, von dem Sternbild der Plejaden, (des Siebengestirnes) ausgehend, die einzelnen Sterngruppen am

Himmel aufsuchen, sie in wenig Abenden einen guten Grund zur Kenntniß des Sternhimmels werden legen können. Denn viele der so eben beschriebenen Sternbilder, welche zu der nördlichsten Region unserer Himmelshalbkugel gehören, bleiben bei uns das ganze Jahr hindurch, im Verlaufe jeder hellen Nacht sichtbar, vor Allen der kleine und große Bär, die Nordschlange, und die Kassiopea, welche niemals untergehen; nächst ihnen die nur zum Theil oder auf kurze Zeit untergehende Leyer, der Schwan, Perseus mit Algol, Andromeda und Hercules. Aber freilich bleiben selbst diese Sternbilder nicht immer in der Stellung, in welcher wir sie hier angaben, sondern, wie man dieß schon im Fortgang einer einzigen Nacht beobachten kann, es nimmt sich gerade so aus als wenn unsere Halbkugel des Sternenhimmels eine bewegliche Scheibe wäre, die in der Gegend des Polarsternes einen Befestigungspunkt, wie an einem Stifte hätte, um den sie sich im Kreise herumdrehte, so daß z. B. an dem großen Bären oder an der Kassiopea das, was jetzt oben war, bald schief zur rechten und linken Seite, oder gar nach unten zu stehen kommt. Diese Veränderung der Stellung kommt von der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe her, welche, da sie wirklich um 4 Minuten kürzer ist als der mittlere 24stündige Tag von einem Mittag zum andern, es auch verursacht, daß die Sterne, welche bei uns auf- und untergehen, mit jedem Tag um 4 Minuten früher über den Horizont heraufkommen. Denn die Erde hat sich im Verlauf eines Tages um einen Grad ihrer Sonnenbahn von West nach Osten vorwärts bewegt, damit aber ein Gestirn oder ein Punkt der Himmelskugel um einen Grad weiter rücke, bedarf es einer Zeit von 4 Minuten. Indem nun die Erde durch ihre entgegenkommende Bewegung täglich um 4 Minuten früher in jene Stellung kommt, wo ihr die Sterne gerade am östlichen Horizont oder am Mittagspunkt des Himmels erscheinen, geschieht es uns, daß wir im Okto-

ber schon um 8 Uhr des Abends jene Sterne über den Horizont heraufkommen sehen, welche einen Monat später um 6 Uhr aufgehen; um 10 Uhr und 12 Uhr die, welche im December und Januar um 6 Uhr aufgehen; in den Morgenstunden des Oktobers zeigt sich uns der Sternenhimmel der Frühlingsabende. Aber obgleich man auf diese Weise in einer langen Winternacht die meisten Sternbilder unserer Himmelskugel zu sehen bekommen kann, bleiben uns dennoch in jeder Jahreszeit diejenigen unsichtbar, in deren Nähe gerade um diese Zeit die Sonne ihre Stellung hat, welche mithin dann bei Tage am Himmel stehen. Auch tritt vermöge der Neigung der Erdaxe auf der Ebene ihrer Bahn, oder der Ekliptik, in den Winternächten ein Theil der südlichen Seite der Himmelskugel hoch über den Horizont herauf mit der Pracht ihrer herrlichen Gestirne, von denen wir jetzt die ausgezeichnetsten beschreiben wollen.

Schon in den späteren Abendstunden der letzten Tage des Novembers, besser aber im December sieht man unter dem Fuhrmann (m. v. S. 82) links jenseits der Milchstraße 2 ziemlich große Sterne gerade unter einander stehen. Diese stellen das Sternbild der Zwillinge dar, und der obere heißt Castor, der untere Pollux. Einige Sterne am Saume der Milchstraße bezeichnen die Stelle der Füße.

Gerade unter der Figur der römischen > im Stier, oder den Hyaden (nach S. 82), in einer Linie, die man sich von den Plejaden durch die Hyaden gezogen und weiter nach unten verlängert denken kann, tritt in den Winternächten das prachtvollste Sternbild unserer Himmelshalbkugel, Orion über den Horizont herauf. Drei Sterne von zweiter Größe, welche nahe bei einander in einer schräge abwärts laufenden Linie stehen, bezeichnen den Gürtel in der Mitte des Orion, oder den Jacobsstab, mehrere kleine unter diesen sich hinabziehende Sternengruppen bedeuten das Schwert, 2 große hoch

über dem Gürtel auch in einer schrägen Richtung stehende Sterne stellen die Schultern, 2 andere Sterne welche in ähnlicher Richtung und ungefähr eben so tief unter dem Gürtel als die Schulternsterne sich zeigen, mit denen sie ein länglichtes Viereck bilden, bedeuten die Gegend der Füße.

Um dieselbe Zeit, wenn Orion ganz aufgegangen ist, wird nun auch, links unter dem Sternbilde der Zwillinge, das freilich nur wenig augenfällige Sternbild des Krebses, an einer neblichen, zwischen 2 kleinen Sternchen stehenden Lichtwolke erkennbar, welche, so wie die beiden Sternchen 2 Esel, ihrerseits 2 Krippen vorstellen soll. Man sieht sie nur in sehr heitern mondlosen Nächten, und sie liegt nahe an einer Linie die man sich von Capella durch den Castor bis unter die Zwillinge hin verlängert denken kann.

Später als der Orion, links unter ihm, gehet nun auch bald der größte Fixstern unserer Himmelshalbkugel, der Sirius, am großen Hunde auf. Sirius steht in einer Linie mit den 3 Sternen des Jacobsstabes. Ein anderer Stern der ersten Größe, freilich ungleich weniger hell als Sirius, kommt in den Abendstunden des Januars ebenfalls links vom Orion herauf. Er heißt der kleine Hundsstern oder Procyon und wird daran erkannt, daß nahe über (in späterer Jahreszeit neben) ihm ein anderer Stern 3ter Größe steht (wie der Pollux bei dem Castor nach S. 92), und daß er mit dem Sirius und dem linken Schulterstern des Orion ein fast vollkommen gleichseitiges Dreieck bildet.

Tief unter dem Schwanze des großen Bären sieht man ein Gehäufe von kleinen Sternen, wie von neblichem Schimmer umflossen; dies heißt das Haupthaar der Berenice.

Dann, wenn in den Abendstunden des Februar und März das Sternbild des Widders gegen Südwesten vorgerückt erscheint, und die Hyaden mit Aldebaran nicht mehr in Form einer liegenden sondern aufrecht stehen=

den V sich darstellen, erblickt man am Himmel links herabwärts, oder östlich vom Krebs unter dem großen Bären, das sehr ansehnliche Sternbild des Löwen. Es steht in derselben Richtung wie der große Bär; der helle Stern, etwas links unterhalb der Krippe im Krebs heißt Regulus, und bezeichnet das Herz des Löwen, von diesem aufwärts zur Linken stehen 4 Sterne, als länglichtes ungleichseitiges Viereck am Kopf und Halse, eine Linie von Procyon im kleinen Hunde durch Regulus verlängert, trifft in einiger Entfernung auf den Stern am Schwanze des Löwen, welcher Denebola heißt.

Erst in den Abendstunden des Frühlings, im April und Mai tritt dann auch das Sternbild der Jungfrau höher über den östlichen Horizont herauf; darin ein heller Stern, die Kornähre (Spica) genannt, mit Arctur im Bootes (S. 85) und Denebola im Löwen ein deutliches Dreieck bildet.

Wenn dann, noch einige Monate später, in den Sommernächten Arctur hoch am Himmel, Capella tief gen Norden steht, dann werden ostwärts von Spica (an der Hand der Jungfrau) zwei schräg unter einander gelegene Sterne von zweiter Größe gesehen, welche das Sternbild der Waage vorstellen. Links von der Waage zeigt sich ein großer Stern von röthlichem Lichte, Antares, das Herz des Skorpions; einige andere in Bogenform beisammen stehende Sterne, kann man sich als die Gegend der Scheeren des Scorpions denken.

Außer diesen hier genannten erblicken wir freilich in manchen Jahreszeiten auch noch einzelne Theile von solchen Sternbildern der südlichen Himmelskugel, welche man erst, wenn man näher zum Aequator und jenseits desselben gelangt, in ihrer ganzen Pracht zu Gesichte bekommt. So namentlich östlich vom Sirius, in der Milchstraße einen Theil vom Sternbild des Schiffes, daran man schon dann, wenn man in Aegypten ist, den größten Stern der südlichen Himmelskugel, den Cano-

pus funkeln sieht. Neben andern prachtvollen Sternbildern jener uns verborgenen Himmelsgegenden gewähren auch zwei neblige Sternenhaufen, die Maghellanswolken genannt, einen seltsamen, herrlichen Anblick.

15. Fixsterne mit periodischem Lichtwechsel.

Was wir bisher von den Fixsternen erwähnten, das gründet sich großentheils auf eine Beobachtung des Sternenhimmels mit unbewaffnetem, bloßem Auge. Auch das, was wir hier zunächst noch von den veränderlichen, wie von den neuerscheinenden Sternen sagen werden, läßt sich in den meisten Fällen ohne Hülfe des Fernrohres wahrnehmen, doch führt uns dasselbe bereits einem Gebiet der Erscheinungen näher, welche, nur durch das Telescop bemerkbar, zu den wichtigsten, aufschlußgebendsten Entdeckungen der neueren Sternkunde gehören.

Wenn man von dem größesten der drei, oben S. 89 erwähnten Sterne im Wallfisch, welcher Menkar heißt und als an der Schnauze dieses Seeungeheuers stehend, vorgestellt wird, eine Linie nach dem untersten der beiden neben ihm, schräge unter einander stehenden Sterne zieht, und diese ohngefähr um das Doppelte verlängert, dann findet man da zu gewissen Zeiten einen Stern von ziemlich augenfälliger Größe. Man hat ihn zuweilen so hell als den Aldebaran im Stier (nach S. 82) gesehen, gewöhnlich aber übertrifft sein Glanz kaum oder nur wenig den eines Sternes der zweiten Größe.

Auf die periodische Lichtveränderung dieses Sternes machte ein Deutscher, Namens Fabricius noch vor Erfindung und Anwendung des Fernrohres schon im J. 1596 aufmerksam. Die Erscheinung ist auch von solcher Art, daß sie jedem fleißigen Beobachter des Sternenhimmels auffallen konnte. Wenn man nämlich jetzt in einer sternhellen Nacht die Gegend des Wallfisches durchmusterte, dann sah man den erwähnten Stern so stark und noch stärker als den nicht ferne von ihm stehenden Fomahand leuchten und doch war er dem Beobachter

vielleicht heute zum ersten Mal, früher noch niemals aufgefallen. Vierzehen Tage lang behält jetzt der wunderbare Stern (Mira, wie man ihn jener Eigenschaft wegen nannte), seinen starken Glanz, dann fängt sein Licht an abzunehmen und nach etwa 90 Tagen schwindet er ganz aus dem Auge. Fünf Monate lang ist jetzt keine Spur von ihm zu finden, dann, nach 8 Monaten, läßt er sich zuerst wieder in schwachem Lichte sehen, nimmt allmälig von Neuem an Glanze zu, und nach einer Periode von 334 Tagen seit jener Nacht, in der man ihn zuerst als hellen Stern funkeln sahe, steht er wieder in demselben freilich schnell vorübergehenden Glanze da, als damals. So erreicht er 12mal in 11 Erdenjahren seine größte Lichtstärke, und wenn man die Zeiten zusammenrechnet, in denen er für das bloße Auge ganz unsichtbar ist, so beträgt diese während der 12 Perioden des Lichtwechsels im Ganzen 5 volle Jahre; länger noch dauert jene Zeit, in welcher Mira nur ein unansehnlicher Stern ist; die Zeiten seines stärksten Lichtglanzes dagegen machen alle zusammengenommen nur eine Zeit von 24 bis 26 Wochen aus, und sie fallen, wenigstens zur Hälfte, in jene Zeiten des Jahres, wo das Sternbild des Wallfisches gar nicht, oder erst in den unbequemen späteren Stunden der Nacht bei uns aufgehet.

So verhält es sich im Allgemeinen mit der Periode des Lichtwechsels bei Mira, und so beschrieb diese Erscheinung schon der erste Entdecker desselben, Fabricius. Aber die Beobachtungen der späteren Zeit fügten diesen Zügen der Beschreibung noch manche andere hinzu, durch welche die Thatsache nur noch räthselhafter wird, als sie schon an sich ist. Die Stärke des Lichtes, während der kurzen Glanzperiode des merkwürdigen Sternes, bleibt sich nicht immer gleich, sondern sie läßt demselben zuweilen wie einen Stern der ersten Größe, andere Male, und dieß am öftersten, nur wie einen hellen Stern der 2ten Größe erscheinen. Auch der Grad seiner Licht-

schwäche, so wie die Dauer seiner Verdunklung bleiben sich nicht immer gleich, und es hat Zeiten gegeben, in denen er mehrere Jahre lang gar nicht sichtbar wurde. So konnte ihn ein berühmter Astronom, Hevel, vom October 1672 bis zum December 1676 gar nicht am Himmel auffinden; er schien damals ganz verschwunden, schien für immer erloschen zu seyn. Seit der Anwendung unserer jetzigen Fernröhren von stärkster Wirksamkeit ist es nun freilich einige Perioden hindurch gelungen, auch dann, wenn kein Menschenauge selbst durch mittelmäßige Fernröhre den wunderbaren Stern zu sehen vermochte, ihn noch als ein schwaches Lichtpünktchen, als einen Stern von 10ter Größe aufzufinden, ob dieß aber immer möglich sey, das müssen fortgesetzte Beobachtungen lehren.

Mira ist nicht der einzige Stern am Himmel, der solche augenfällige Lichtveränderungen in periodischer Aufeinanderfolge zeigt; man hat später mehrere in dieser Beziehung genauer kennen gelernt, bei denen der Lichtwechsel fast noch genauer oder doch wenigstens in den Graden seiner Stärke gleichmäßig an eine fest bestimmte Zeit gebunden ist. Hierunter gehört vor allen Algol am Haupt der Medusa, ein Stern, der durch seine ansehnliche Größe, so wie dadurch, daß er bei uns im Verlaufe jeder sternhellen Nacht gesehen werden kann, in ganz vorzüglichem Maaße zu Beobachtungen, selbst mit bloßen Augen, sich eignet. Gewöhnlich erscheint Algol als ein Stern der 2ten Größe, welcher in der oben S. 87 erwähnten Weise leicht aufzufinden ist. Während jedoch ein Freund der Sternkunde die Gegend der nördlichen Himmelshalbkugel, in welcher das Sternbild des Perseus stehet, die gewöhnliche Musterung mit bloßen Augen passiren lässet, geschieht es ihm zuweilen, daß er Algol kaum aufzufinden vermag; an seiner Stelle steht ein kleiner Stern der vierten Größe, welcher nur sehr lichtschwach in's Auge fällt. Dabei kann der Himmel so klar und durchsichtig seyn, daß an eine örtliche, atmosphärische Trübung nicht zu denken ist. Wem die-

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

ses begegnet, daß er den Algol einmal mitten in dieser Lichtwandlung antrifft, der möge doch ja das Auge eine Zeit lang auf ihm ruhen lassen, denn die merkwürdige Erscheinung ist der aufmerksamen Beachtung werth. Vielleicht wird er dann, wenn er den Stern gerade im Augenblicke seiner größesten Verdunklung betrachtete, ihn schon nach wenig Minuten wieder ein wenig an Licht zunehmen sehen, und wenn es in einer der langen Nächte des Spätherbstes Abends um halb Sechs war, wo er den Algol in seiner bemerkbarsten Lichtschwäche sah, dann kann er denselben, wenn er um 9 Uhr noch einmal heraus unter den Sternenhimmel tritt, schon wieder angethan mit seinem vollen Glanze auffinden. Denn dieser Stern behält sein ungeschwächtes Licht 2 Tage und fast 14 Stunden, dann nimmt dasselbe plötzlich $3^1/_2$ Stunden lang ab und eben so lang wieder zu, die Zeit aber der größesten Verdunklung währet nur 18 Minuten. Die ganze Periode der Lichtwandlung bleibt mit großer Uebereinstimmung 2 Tage 20 St. 48 Min.; fast neun Zehntheile dieser Zeit dauert der Zustand des gewöhnlichen Glanzes, nur etwa ein Zehntheil jener der plötzlich beginnenden und dann allmählig zu- so wie abnehmenden Verfinsterung. Der erste, welcher in dieser so nahe vor Augen liegenden und dennoch lang übersehenen Erscheinung eine festbestimmte, periodische Wiederkehr erkannte, der Engländer Goodrick (im J. 1782, wo fast gleichzeitig auch der deutsche Bauer und Sternkundige Palisch dieselbe Entdeckung machte), suchte die Verdunklung des Algol durch die Annahme zu erklären, daß sich um jenen sonnenartig leuchtenden Weltkörper ein anderer, dunkler Körper in je 2 Tagen 20 St. 48 Min. bewege, welcher, wenn er von unserem Sonnensystem aus gesehen, gerade zwischen uns und jene weit entfernte Sonne tritt, in ähnlicher Weise als der Mond bei Sonnenfinsternissen ihre Scheibe zum Theil verdecke. So gut sich indeß, nach dieser Voraussetzung, die Erscheinung erklären ließe, findet sich dennoch Vieles dabei

zu bedenken. Ein planetarisch dunkler Körper, welcher unsere Sonne bei seinem Vorübergang an ihrer Scheibe so verfinstern könnte, daß dieses in der Region eines Fixsternes, in einem Abstand von vielen Billionen Meilen eben so augenfällig wäre, wie uns die Lichtwandlung des Algol, müßte von so ungeheurer Größe seyn und dabei so nahe an der Sonne stehen, daß nach dem mittleren Verhältniß, welches zwischen den Massen der Weltkörper unseres Systems besteht, seine Bahnbewegung, nach Herrschels des Jüngeren Berechnung, noch nicht einmal 14 Stunden dauern könnte. Die Umlaufszeit des nach Goodrick's Ansicht vermuthlichen dunklen Körpers ist gegen 5mal länger; dieses würde auf eine 25mal geringere Dichtigkeit der Massen im Weltgebiet des Algol, als in dem unsrigen schließen lassen. Auch die Annahme, daß der periodische Lichtwechsel seinen Grund in einer Axendrehung des Sterns habe, wobei derselbe das eine Mal uns seine stärker, das andere Mal seine schwächer leuchtende (durch eine dunkle, örtliche Stelle getrübte) Seite zuwende, hat ihre Schwierigkeiten, namentlich die, daß der Glanz bei den meisten veränderlichen Sternen ungleich schneller wieder zu- als abnimmt. Unter anderem ist dieß der Fall bei einem veränderlichen Stern im Antinous (man sehe oben S. 90), dessen Periode des Lichtwechsels im Ganzen 7 Tage $4^1/_4$ Stunden dauert. Nachdem dieser Stern 40 Stunden lang in seinem eigenthümlichen Lichte zwischen 3ter und vierter Rangstufe des Glanzes sich gehalten hat, fängt er an abzunehmen, und nach 66 Stunden ist er zur Helligkeit nur eines Sternes zwischen 4ter und 5ter Größe herabgesunken, in welchem Zustand der Verdunklung er 30 Stunden lang verharret. Hierauf nimmt er wieder an Glanze zu, so schnell, daß er schon nach 36 Stunden sein volles Licht gewinnt. Ein dunkler Körper könnte nur etwa dann eine Verfinsterung in ähnlicher Weise und ähnlichem Verhältniß der Ab- und Zunahme des Lichtes seiner Sonne bewirken, wenn er

bei seinem Eintritt in die gerade Linie zwischen uns und seine Sonnenscheibe näher an dem Punkte seiner Sonnenferne, bei seinem Austritt näher an dem der Sonnennähe stünde, und in Folge hievon dort langsamer, hier schneller sich bewegte. Auch dann, wenn die Lichtwandlung solcher Sterne von einer Umdrehung derselben um die eigene Axe abhängig seyn sollte, könnte die mehr oder minder geneigte Stellung dieser Axe auf eine Ebene, welche unserer Sonnenbahn entspricht, vielleicht zur Erklärung der langsameren Ab- und schnelleren Zunahme des Lichtes dienen, wenn anders dieses nicht einer periodischen Steigerung und Minderung aus eigenem, innerem Grunde unterworfen ist.

Außer den eben genannten giebt es noch mehrere Sterne, an denen eine deutliche Lichtwandlung bemerkt worden ist. Wir nennen davon nur noch den veränderlichen Stern in der Leyer, dessen Periode 6 Tage 9 Minuten; den im Hercules, bei welchem sie 60 Tage und 6 Stunden beträgt. Im Schwan stehen 2 veränderliche kleine Sterne (von 6ter Größe), davon der eine je nach 396 Tagen 21 Stunden so verdunkelt wird, daß er nur noch durch Telescope erkennbar ist, der andere aber während seiner 18jährigen Periode auf längere Zeit selbst durch Fernröhre nicht mehr aufzufinden ist. Auch im Löwen und im Schützen kennt man Sterne, welche in Zeiträumen von vielen Jahren das eine Mal sichtbar, dann wieder spurlos verschwunden sind. Diese bilden dann den Uebergang zu einer anderen merkwürdigen Art der Erscheinungen am Sternenhimmel, von denen wir in einem nächsten Capitel reden wollen.

16. Die neu erscheinenden Sterne.

Mehrmalen sind, in alter wie in neuerer Zeit, Sterne von ausgezeichnetem Glanze an einer Gegend des Himmels erschienen, wo vorher kein augenfälliger Stern zu sehen war; sie haben eine Zeit lang geleuchtet, sind aber dann großentheils wieder ganz aus dem Auge, selbst

aus dem bewaffneten, entschwunden. Ein solcher neuer Stern erschien zu den Zeiten des großen ägyptischen Astronomen Hipparch im J. 125 vor Chr. Geb. Im Jahr 389 n. Chr. flammte ein neuer Stern nahe bei Atair im Adler so hell auf, daß er 3 Wochen lang dem Abendstern in seinem Glanze glich, bald hernach aber ganz verschwand. Ebenso erschien in den Jahren 945, 1264, 1572 ein großer neuer Stern an der Gränze des Sternbildes der Kassiopea (in der Richtung nach dem Schwane hin), und ein ebenso augenfälliger wurde 1604 im Schlangenträger gesehen, welcher dann mit allmählig abnehmendem Glanze ein Jahr lang sichtbar blieb.

Das hellfunkelnde Aufglänzen solcher neuer Sterne erfolgt in der Regel so plötzlich, daß die Zeit der Zunahme des Lichtes mit der der allmähligen Abnahme in gar keinem Verhältniß steht. Der, welcher zuerst am 11ten November 1572 an dem Sternbild der Kassiopea von dem Astronomen Tycho de Brahe beobachtet wurde, war, wie der Entdecker behauptet, eine halbe Stunde vorher noch nicht augenfällig gewesen, und jetzt war er dieß in so hohem Grade, daß selbst ein Haufen des ununterrichteten Landvolkes, ganz überrascht durch seinen Glanz, nach ihm hinschaute. Damals war er so hell als Sirius, bald übertraf er das Licht des Jupiter, wenn dieser in seiner Erdnähe am größten erscheint, und war dabei selbst während der mäßigen Helle eines nordischen Wintertages bemerkbar, doch nahm er schon nach einem Monat an Lichtstärke ab, bis er im März 1574 ganz verschwand.

Da die Erscheinungszeiten eines neuen Sternes in ungefähr derselben Gegend, die Jahre 945, 1264 und 1572 in fast gleichen Zwischenräumen aus einander liegen, hat man die Ansicht nicht unwahrscheinlich gefunden, daß der neue Stern des Tycho ein periodisch veränderlicher nach größerem Maaßstabe sey, welcher in etwas mehr als 300 Jahren aus unbekannten, inneren Ursachen so hell aufflammt, daß er die anderen Sterne

überstrahlt, dann aber langsam abnehmend wieder verschwindet.

17. Die eigene Bewegung der Fixsterne sowie unserer Sonne durch den Weltraum.

Wenn wir aus dem Abstande, selbst eines der nächsten der Fixsterne, unsere Sonne beobachten könnten, dann würde auch sie uns wie ein feststehender, wie ein Fixstern erscheinen, dessen eigene Fortbewegung durch den Weltraum in der kurzen Spanne eines Menschenlebens kaum erkennbar seyn möchte. Dennoch haben die Beobachtungen und Berechnungen der neuesten Zeit gelehrt, daß unsere Sonne, der Mittelpunkt des Bewegens aller Planeten, Monde und Kometen, nicht stille stehe, sondern daß sie in einer Bahn und um einen Mittelpunkt, welche für unsere wissenschaftliche Forschungen erst in neuester Zeit (nach S. 80) einigermaßen erkennbar geworden sind, sich fortbewege. Wie wir aus der scheinbaren, in entgegengesetzter Richtung sich zeigenden Bewegung der Gegenstände am Wege, auf die Schnelligkeit des Fuhrwerkes einen Schluß machen, in welchem sitzend wir an ihnen vorübereilen, so hat man aus einer gewissen gemeinsamen scheinbaren Bewegung einer bedeutenden Anzahl von Fixsternen das wirkliche Fortrücken unserer Sonne, in Gesellschaft aller ihrer planetarischen Begleiter berechnet, und gefunden, daß dasselbe in jeder Stunde gegen 30,000 Meilen betrage. Diese Geschwindigkeit übertrifft die aller unserer Planeten auf ihren Bahnen um die Sonne; denn selbst Mercur, der schnellste unter allen, legt in dieser Zeit nur eine Strecke von kaum 24,000 Meilen zurück; bei der überaus großen räumlichen Entfernung des Punktes, von welchem der bewegende Antrieb, der auf die Sonne wirkt, ausgeht, läßt sich nach S. 80 auf eine über das Maaß unserer gewöhnlichen astronomischen Berechnungen weit hinausgehende Kraft dieses Antriebes schließen. Die ihrem Entstehen nach räthselhafte Bewegung der Sonne gehet

übrigens gegen das unscheinbare Sternbild des Hercules (nach S. 84) hin.

Aber nicht bei allen Fixsternen, an denen man eine fortrückende Bewegung von ihrer gewöhnlichen Stelle am Sternenhimmel bemerkt hat, ist diese Bewegung nur eine scheinbare, durch jene unseres Sonnensystemes veranlaßte, sondern bei vielen ist sie auch eine eigene, wirkliche. Vor allem gilt dieß von einem kleinen Stern im Bilde des Schwans, dessen wir im nächsten Cap. unter den Doppelsternen gedenken werden. Dieser ist seit 50 Jahren um 4 Minuten 23″ von seiner Stelle hinweggerückt; seine Bewegung durch den Weltraum hat mithin jährlich $5^1/_3$ Secunden betragen. Wenn diese Bewegung von ähnlicher Art wäre als die Bahnbewegungen der uns näher bekannten Weltkörper, dann würde der erwähnte Stern seinen Umlauf in etwa 216,000 Jahren vollenden, und wenn der Centralkörper, um den er seine Bahn beschriebe, mit einer anziehenden Kraft begabt wäre, welche jener unserer Sonne gleich käme, dann könnte diese Centralsonne höchstens 3550 Erdbahnhalbmesser von ihm entfernt seyn; sie müßte ihm demnach mehr denn 100mal näher seyn, als der allem Anschein nächste Fixstern des Himmels (α im Centauren), bei unserem Sonnensysteme steht. Wir wissen nicht, von welchem Anfangs- und Anregepunkt dieses Bewegen der sonnenartig leuchtenden Welten des Sternenhimmels ausgegangen sey und wohin es führe. Von den 560 Fixsternen, an denen man eine solche fortrückende Bewegung nachgewiesen hat, gehört fast der zehnte Theil zu den Doppelsternen, davon wir sogleich mehr reden wollen; unter den einfachen Sternen hat einer im Sternbild der Kassiopea die augenfälligste Bewegung von jährlich $3^3/_4$ Secunden. Und wenn unsere Sonne, welche ebenfalls ein einfacher Stern ist, aus dem Abstande eines Fixsternes von uns beobachtet werden könnte, dann würde ihre fortrückende Bewegung durch den Weltraum auch als eine im vorzüglichsten Maaße augenfällige erscheinen.

18. Die Doppelsterne.

Bei der großen Verschiedenheit der Entfernungen, in denen die Sterne des Himmels von uns stehen mögen, könnte es uns oft so ergehen, wie bei der Betrachtung eines nur etwa 1000 Schritte von uns entfernten Baumes und eines in der gleichen Richtung zu unserem Auge stehenden Thurmes, welcher mehr denn 10,000 Schritte von uns entfernt ist; beide stehen dem Anschein nach ganz nahe an einander, und doch liegen sie in Wirklichkeit so weit von einander ab. So könnte auch ein viel näherer Fixstern dem Scheine nach ganz nahe bei einem weit entfernteren, lichtschwächeren stehen, weil beide, von der Erde aus gesehen, in einer Richtung lägen. Abgesehen jedoch von diesen möglichen Fällen, hat man auch eine bedeutende Menge von Doppelsternen entdeckt, welche nicht nur scheinbar, sondern wirklich so nahe vereint sind, daß sie, ein sonnenartiger Stern mit dem andern, ein solches Weltkörpersystem bilden, wie unsere Sonne mit ihren Planeten, ja wie die Erde mit ihrem Monde. Man hat bei jenen Doppelsonnen die Bewegung der einen um die andere, oder um einen gemeinsamen Schwerpunkt wahrgenommen, und bei mehreren von ihnen aus der Veränderung der gegenseitigen Stellungen die Zeit berechnet, welche sie zum Durchlaufen ihrer merkwürdigen Bahnen nöthig haben. Ein kleiner Stern, der unterste von jenen beiden, welche die Stelle der Zehen an dem hintersten Fuße des großen Bären andeuten, ist ein solches Schwesterpaar von Sonnen, das seine Bahnbewegung schon in $58\frac{1}{4}$ Erdenjahren vollendet; an einem kleinen Stern im Bild des Krebses bemerkt man, daß er nicht nur aus 2, sondern aus 3 Fixsternen, einem größeren und 2 kleineren bestehet, deren Umlaufszeit auch nur 55 bis 57 Jahre dauert; bei einem Doppelstern in der Krone schätzt man die Dauer der Bahnbewegung bloß auf $43\frac{1}{2}$, und bei einem kleinen Stern im Hercules vermuthungsweise gar nur auf 14 Jahre.

Freilich ist bei den meisten andern die Bewegung viel langsamer und schwerer zu bemerken; sie scheint bei diesen erst nach mehreren Jahrhunderten ihren Kreislauf zu vollenden. So bei Castor in den Zwillingen, der auch ein Doppelstern ist, und bei dem schon vorhin erwähnten Stern Nr. 61 im Schwan, dessen Begleiter seinen Umlauf erst in etwa 452 Jahren zurücklegt, und hierbei, ebenso wie der Mond mit der Erde, in Gemeinschaft seines Hauptsternes eine fortrückende Bewegung in unbekannter Bahn durch den Weltraum zeigt. Wie an dem erwähnten Stern im Krebse, bemerkt man auch an andern zusammengesetzten Sternen, daß sie nicht nur aus 2, sondern aus 3, ja aus 2 Paaren von Sonnen bestehen, welche in mannigfach verschlungenen Bahnen ihren gemeinsamen Lauf vollführen.

Alle diese interessanten Erscheinungen liegen freilich weit außerhalb jenem Kreise der Wahrnehmungen, welche man ohne Hülfe des Fernrohrs, mit bloßen Augen machen kann; denn die meisten zu einem System der Bewegungen gehörigen Doppelsterne sind schon an sich selber von sehr geringer Größe; der scheinbare Abstand aber der beiden Sterne von einander ist so klein, daß sie durch mittelmäßige Fernröhre nur wie ein Stern erscheinen und großentheils erst durch sehr starke Instrumente sich trennen lassen.

Hier aber ist es auch, wo der Gebrauch solcher Werkzeuge dem menschlichen Auge einen Genuß gewährt, mit welchem kaum ein anderer, der die Betrachtung der großen Werke der Sichtbarkeit darbietet, sich vergleichen läßt. Eine der ersten Eigenschaften, welche das Auge an dem Doppelsterne bemerkt, sind die bunten Farben, mit welchen viele derselben sich angethan zeigen. Da ist ein purpurrother mit einem grünen, oder ein orangenfarbiger mit einem blauen zusammengesellt, oder beide Schwestersonnen tragen ein gleichfarbig grünes oder goldgelbes Gewand. Andere Male ist auch nur der eine Stern buntfarbig, blau oder gelb, während sein Ge-

fährte (farblos) weiß erscheint. Und daß diese Erscheinungen nicht eine bloße Selbsttäuschung des Auges sind, in welchem der lebhafte Eindruck der einen Farbe die Empfindung hervorruft, welche durch die polarisch ergänzende Farbe (grün zu roth, blau zu gelb) erregt wird, dieß erweißt sich, außer in der erwähnten Zusammengesellung von gleichfarbigen oder von weißen und bunten Sternen, auch dadurch, daß nicht bloß rothe neben grünen oder blaue neben gelben, sondern auch rothe und blaue, sowie grüne und blaue beisammen stehen. Auch sahen die verschiedensten Beobachter durch sehr verschiedene Instrumente immer dieselben Farben.

Schon Herschel der Jüngere sucht sich die wundervolle Wirkung anschaulich zu machen, welche ein solches grün oder roth, blau oder gelb strahlendes Licht auf die Bewohner der etwa bei einem System der Doppelsonnen vorkommenden Planeten äußern könnte. Zwei polarischfarbige Strahlen, wenn sie zugleich nach einem Punkt hin sich ergößen, würden sich gegenseitig aufheben und ein weißes Licht geben; eine allein und abwechselnd mit der andern müßte auf das Auge denselben Eindruck machen, wie auf das Ohr zwei harmonische auf einander folgende Töne.

Doch bestände hierin nicht allein die sonderbare Augenlust der Ansiedler in solchen Systemen der Doppelsonnen. In diesen Systemen sieht man nicht nur einen größern und einen kleinern, sondern öfters auch zwei fast oder anscheinend ganz gleich große Sterne mit einander zusammengesellt. Sind dieß Sonnen, welche in derselben Weise Kraft, Wärme und Licht ausstrahlen als die unsrige, und welche mit einer Macht der wechselseitigen Anziehung sich bewegen, daß ihre Umlaufszeit nur wenig die Dauer des Saturnusjahres übertrifft, sind vielleicht statt zweier drei und vier, ja noch mehr dergleichen sonnenartige Weltkörper im nahen Bunde vereint, dann kann es in den planetarischen Kreisen, welche in diese Sonnenbahnen verschlungen sind, niemals Nacht

und niemals Winter werden, ja für ein Menschenauge, aus Erdenstoff gebildet, würde ein solcher Vollgenuß des Lichtes nicht zu ertragen seyn. Und diese Herrlichkeit eines ewigen (in dem Sinne, wie man das Wort ewig von dem niemals thauenden Schnee der Alpenspitzen braucht) Lichtreiches wird uns noch anschaulicher, wenn wir jene Erscheinungen des Sternenhimmels betrachten, welche uns im nächsten Kapitel beschäftigen sollen.

19. Die Sternhaufen und Lichtnebelgebilde des Himmels.

Unsere Sonne befindet sich in einer Region des Fixsternhimmels, in welcher die Sterne keineswegs eng zusammengedrängt, sondern vereinzelt oder höchstens zu kleinen Systemen von zwei und mehreren Sonnen vereint stehen. Oefters mag bei diesen unsern Nachbarsternen eine solche Zusammengesellung von selber leuchtenden und von erleuchtbaren Weltkörpern stattfinden, wie in unserm Sonnensystem. Eines der merkwürdigsten Verhältnisse dieser Art hat man in neuester Zeit an dem scheinbar größesten aller Fixsterne, am Sirius, entdeckt. Dieser hat eine unverkennbare eigene Bewegung, und zwar eine solche, die nicht in einer weiten, bogigten Linie fortrückt, sondern welche einen kleinen, engeren Kreis, offenbar um einen ziemlich nahe gelegenen Schwerpunkt, um einen Centralkörper beschreibt, welcher, so gewaltig groß auch seine Masse seyn mag, dennoch unserm Auge unsichtbar ist, mithin im Vergleich zu seiner Sonne ein dunkler (wie unsere Planeten) seyn muß. Jenseits der Region der vereinzelten oder doppelten Sterne, zu deren Nachbarschaft unsere Sonne gehört, finden sich, sowohl nach der Mitte des gesammten Fixsternensystems, nach den Plejaden hin, als noch mehr nahe bei, so wie in den Ringmauern der großen Weltenstadt: in der Milchstraße, ganze Heere der Sterne nahe zusammengedrängt und zu vieltausendfältig mächtigeren Systemen vereint, als unsere nachbarlichen Doppel- und Vielfachsterne.

Wenn wir dann noch weiter über die Gränzen des natürlichen Gesichtskreises hinaus in jene Regionen vordringen, zu denen uns nur die stärkeren Fernröhre den Zugang eröffnen, dann sehen wir immer öfter solche Zusammengesellungen von sonnartig leuchtenden Weltkörpern (Fixsternen) vorkommen, von denen die Doppelsternsysteme nur ein schwacher Anfang zu seyn scheinen. Man pflegt diese massenartigen Sternenheere mit dem Namen der Sternhaufen zu bezeichnen, und eine sehr große Anzahl derselben findet sich theils in der Richtung und Nähe der Milchstraße, theils auch in andern sternenleeren und darum nächtlich dunkel erscheinenden Gegenden des Himmels. Manche dieser Sternhaufen sind, wie es unserm Auge erscheint, formlos in den Weltraum ergossen, an andern aber zeigt sich eine Zusammengesellung von vielen tausend Sonnen zu einer kugelrunden Masse, welche nach der Mitte hin immer enger und näher zusammengedrängt ist. Wenn bei dem allmähligen Entstehen dieser Formen die anziehende, zusammenhaltende Kraft allein wirksam gewesen und noch fortwährend dieses wäre, dann hätten sich die Weltkörper, aus denen der Sternhaufen besteht, nicht in ihrer Sonderung erhalten können. Sie würden zusammenstürzend zu einer formlosen Masse sich vereinen, wenn ihnen nicht die Kraft einer selbstständigen, im Einzelnen wie in der Gesammtmasse des ganzen Haufens wirksamen Bewegung innewohnte. Wie aber ein solches Lichtreich von vielen Tausenden der nahe zusammengesellten durch einander kreisenden Sonnen beschaffen seyn möge, das vermag unsere Vorstellung nicht zu erfassen.

Alle Sternhaufen erscheinen selbst durch mittelmäßige Fernröhre, nur sehr wenige von ihnen schon durch das bloße Auge als neblichte Punkte, von ähnlich bleichem Schimmer wie die Milchstraße. Je stärker das Fernrohr ist, eine desto größere Zahl derselben vermag es, eben so wie den Schimmer der Milchstraße, in einzelne Sterne aufzulösen. Zugleich ergötzt sich dann das Auge

an den sonderbaren Formen, welche manche dieser Zusammenhäufungen von Sternen haben. Denn da sieht man hackenförmig gebogene, oder fächerartig von einem verdichteteren Punkte ausstrahlende Reihen von Sterngruppen, zuweilen auch ringförmige Anhäufungen derselben um eine Mitte, für deren Wahrnahme uns der Sinn fehlt — d. h. die uns als leer und dunkel erscheint.

Aber nicht alle die Nebelflecken des Sternhimmels (so genannt nach dem Eindruck, den sie durch schwächere Fernröhren gesehen auf unser Auge machen) lassen selbst bei der Anwendung der stärksten Instrumente sich in Sterne auflösen; viele von ihnen, die man auch ihrer Gestalt nach für kometenartige Wesen einer höheren Ordnung halten möchte, sind und bleiben, so weit unser sinnliches Erkennen reicht, nichts Anderes als ein zarter, dunstartiger Erguß eines selberleuchtenden Stoffes, vielleicht von der Natur der leuchtenden Dunsthülle, die den Körper unserer Sonne umgibt. Zuweilen ist dieser Lichtäther in eine rundliche Form zusammengefügt zu einer Kugel, welche im Fernrohr gleich den fernen Planeten als Scheibe sich darstellt, und deßhalb hat man solche Lichtnebel mit dem Namen der planetarischen bezeichnet. Diese, so wie fast alle die andern Nebelgebilde, welche am meisten von der Regelrechtigkeit, an die unser Auge so wie unser Vorstellungsvermögen gewöhnt sind, abweichen, finden sich vorzugsweise in einer Zone angeordnet, welche die Richtung der Milchstraße fast unter einem rechten Winkel durchschneidet.

So gewährt uns die Stellung unserer Sonne, mitten in dem Innersten des großen Lichtweltenreiches eine Aussicht, die uns zu dem Schlusse berechtigt, daß alle Theile jenes Reiches nur ein zusammengehöriges Ganze bilden, das nach einem gemeinsamen Grundplan gebaut ist und nach demselben Gesetz regiert wird, weil Er der Herr, der sie geschaffen, gestern und heute und in Ewigkeit derselbe war, ist und bleiben wird.

20. Allgemeine Bemerkung über die Fixsternenwelt.

Allerdings fühlt sich der Mensch in den jetzigen Schranken seiner irdischen endlichen Natur gleichwie von einem Schrecken der Ewigkeit ergriffen, wenn er in die Tiefen einer göttlichen Allmacht hineinschaut, die sich ihm bei der Betrachtung des Fixsternenhimmels aufthun. Denn wo ist da ein Ende? Je mehr unsere Fernröhre verbessert und verstärkt werden, desto mehr Sternheere und Lichtnebel tauchen aus der nächtlichen Tiefe hervor. Aber sollte uns dieses verwundern? Muß nicht das Thun unseres Schöpfers in seinen Werken für unsere Fassungskraft eben so unermeßbar seyn, als das Wesen des Schöpfers selber? Und ist nicht dieser Schöpfer in all seiner unermeßlichen für uns unbegreiflichen Macht und Herrlichkeit der Nämliche, von welchem in der heiligen Weihnachtsstille die Engel es besangen, daß er an den Menschen ein Wohlgefallen habe; ist und bleibt dieser Herr und Schöpfer aller Creaturen nicht „Abba, unser lieber Vater," in Zeit und Ewigkeit? Ihn den Herrn der Heerschaaren pries von Anfang der Tage der Lobgesang der Morgensterne; sollten nicht diese Lichtwelten und Ausgüsse des Lichts dort in unermeßbarer Ferne solche Morgensterne seyn, in und auf denen jene Loblieder nie verstummen, die unsers Schöpfers würdig sind? — Wohnungen des Lichtes, das von Ihm zeugt, denn Er ist ein Licht und ist keine Finsterniß in Ihm.

Und dennoch, du arme, kleine, dunkle Erde, freue ich mich, daß ich auf dir als ein Würmlein im Staube wohne und lebe, denn auf dir, mir und den andern Würmlein meiner Art zu gute, ward Christus der Herr, hochgelobet in Ewigkeit, geboren.

II. Die Naturlehre.

1. Der Umfang dieses wissenschaftlichen Gebietes.

Unter der Natur versteht man zwar gewöhnlich die gesammte Sinnenwelt, in deren Mitte wir leben: die Gestirne des Himmels so wie die Erde mit ihren Bergen, ihren Gewässern, Pflanzen und Thieren; ursprünglich aber bedeutet das Wort Natur in der Sprache aus der es entnommen ist, „ein Werden." In diesem Sinne begreift man auch unter der Naturlehre solche Erkenntnisse, welche das Werden, das Entstehen der Körper, und zwar zunächst nur der irdischen, aus gewissen Elementen oder Grundstoffen umfassen, und die mit der Betrachtung jener Kräfte oder Bewegungen der Körperwelt sich beschäftigen, welche unter dem Namen des Lichtes, der Wärme, der Elektricität u. s. w. bekannt sind. Wie die Wirksamkeit dieser Kräfte eine allgemeine ist, welche das Reich der Steine nicht minder angehet, als das der Pflanzen und das der Thiere, so sind auch die Elemente, aus denen die Hauptmassen der Gebirge, des Gewässers, so wie der Leiber der Pflanzen und der Thiere bestehen, großentheils allgemeine, die sich im Boden des Feldes, im Halm des Getraides oder in dem niedrig am Boden wachsenden Pilze eben so gut auffinden lassen als in den flüssigen wie festen Theilen des menschlichen Körpers. Durch diesen Charakter der Allgemeinheit ihres Gegenstandes unterscheidet sich die Naturlehre von der Naturgeschichte, welche es zunächst nur mit solchen Erscheinungen zu thun hat, die sich auf das Seyn und Wesen der einzelnen gewordenen Dinge beziehen, bei denen die unübersehbar große Mannichfaltigkeit der Arten und der Formen, so wie die Verschiedenheit der Eigenschaften und Kraftäußerungen nicht allein von der Beschaffenheit der Elemente, nicht bloß von dem Einfluß des Lichtes, der Wärme u. s. w.

abhängen, sondern auf einem ihnen inwohnenden, besondern Grunde des Seyns beruhen, welcher als regelmäßig gestaltende, belebende und bewegende Macht in tausendfältigen, besondern Weisen sich kund gibt.

Nach dem vorhin Gesagten hat die Naturlehre in ihrem weitern Umfange eine doppelte Aufgabe; einmal die Beschreibung der Elemente, aus denen der Erdkörper und das, was zu ihm gehört, zusammengesetzt ist, und zweitens die Betrachtung der allgemeinen Naturkräfte, welche auf die Verbindung so wie Trennung jener Elemente von unmittelbarem Einfluß sind. Jener Theil der Naturlehre, welcher sich mit der ersteren Aufgabe beschäftigt, führt den besondern Namen der Scheidekunst oder Chemie, der andere heißt Physik oder Naturlehre im engeren Sinne. Keiner dieser beiden Theile läßt sich getrennt von dem andern vollkommen verstehen, am wenigsten der erste ohne den zweiten: wir werden daher beide in ihrem innig nahen Zusammenhange mit einander abhandeln, so daß in dem Verlauf unsrer Betrachtung die Erkenntniß des einen Theiles durch die des andern ergänzt und erleichtert werden kann. In dieser Weise wird uns die Naturlehre den Weg bahnen zur Erkenntniß des Erdkörpers, und, so weit die Wissenschaft hiervon zu reden vermag, zur Geschichte seines Entstehens wie seiner Gestaltung. Wir beginnen mit einem kurzen Abriß der Physik.

A. Naturlehre im engeren Sinne, oder Physik.

2. Schwer und leicht.

Was die Schwere bewirke, das haben wir im vorhergehenden Abschnitt Cap. 1 in einem weiteren Umfange betrachtet: hier sprechen wir nur von dem Einfluß, den jene ihren Eigenschaften nach allgemein, ihrem Wesen nach wenig oder gar nicht bekannte Naturkraft auf die Bewegung und noch vielmehr auf die Ruhe der irdischen Körper hat.

An den Gestirnen des Himmels, den Planeten, Monden und Kometen bemerken wir, daß gerade der Zug der Schwere nach dem Mittelpunkt des Planetensystems, nach der Sonne hin, es ist, der ihnen den Antrieb zur Bewegung in ihren Bahnen mittheilt, und der das Maaß der Geschwindigkeit dieser Bewegung bestimmt. Der Zug der Schwere, der nach dem Mittelpunkt oder nach der Gesammtmasse der Erde hin gehet, theilt zwar dem Felsenstück, das sich oben von dem Gipfel eines Berges losreißt, auch eine Bewegung hinab nach der Tiefe mit, welche je länger sie andauert, je näher der fallende Körper der anziehenden Erdmasse kommt, desto mehr von einem Moment zum andern sich beschleunigt; wenn aber das hinabrollende Gestein unten im Thale einen festen Anhaltspunkt gefunden hat, dann endigt sein Bewegen, es bleibt da ruhig liegen, bis etwa der Arm des Menschen, der den Stein zu seinen Bauwerken benutzen will, den Todtenschlaf der über einander gehäuften Massen stört und diese von ihrem Ruhepunkt nach einem andern hinträgt, den seine Kunst ihnen anwies.

Seitdem Otto von Guerike, der große vortreffliche Bürgermeister von Magdeburg, im Jahre 1650 die Luftpumpe erfunden hat, durch welche man die Luft, die in irgend einem wohlverschlossenen Gefäß enthalten ist, eben so heraussaugen und herauspumpen kann, wie durch ein Saugrohr oder durch eine Pumpe das Wasser, so daß in einem solchen Gefäß ein fast vollkommen leerer Raum entstehet, weiß man zwar, daß in einem solchen luftleeren Raum eine Flaumfeder eben so schnell zu Boden fällt als ein Stücklein Blei, weil der Widerstand der Luft es ist, der das Fallen der Flaumfeder aufhält, die einen viel größern Raum einnimmt als ein eben so viel als sie wiegendes Stäubchen Blei; dennoch zeigt sich an den verschiedenen Körpern, je nachdem sie leichter oder schwerer sind, bei ihrem Hinabfallen durch ein flüssiges, nachgiebiges Element eine

gewisse Verschiedenheit, von welcher wir hier einige Worte sagen wollen.

In einem bis oben zu seinem Rande gefüllten Gefäß mit Wasser sinkt eine Kugel aus Schwefel unter, und drängt bei diesem Untersinken eine Portion des Wassers, die einen eben so großen Raum einnahm als sie selber, oben über den Rand heraus. Wenn aber das Gewicht der Schwefelkugel genau ein Loth war, dann beträgt das Gewicht des herausgedrängten Wassers nur ein knappes halbes Loth; dieß kommt daher, weil der Schwefel, bei demselben Rauminhalt, reichlich noch einmal so viel wiegt als das Wasser. Nach dem cöllnischen Markgewicht hat ein Loth 240 Gran. Wir wollen nun einmal eine Kugel aus weißem Marmor, welche gerade ein Loth oder 240 Gran betrage, in das bis oben an den Rand mit Wasser gefüllte Gefäß hineinlassen. Schon der Augenschein ergibt es, daß die Kugel aus Marmor um etwas kleiner ist als die ebenfalls 240 Gran schwere Kugel von Schwefel, und wenn wir das Wasser, welches die Marmorkugel aus dem Gefäß herausgedrängt hat genau wiegen, dann finden wir, daß dasselbe nur $88^1/_5$ Gran betrage, denn der Marmor ist um $2^{72}/_{100}$mal schwerer als das Wasser. Wir verschaffen uns nun eine Kugel von reinem, fest zusammen gehämmerten Golde, welche ebenfalls genau, wie die Kugel aus Schwefel und wie die aus Marmor, 240 Gran oder ein Loth wiegt. Da zeigt sich's gleich beim ersten Blick, daß jene um sehr viel kleiner ist als die beiden andern, und wenn wir das Wasser wiegen, das sie bei ihrem Hinabsinken in das Gefäß aus dem obern Rande desselben herausgedrängt hat, dann finden wir, daß dieses nur ohngefähr $12^3/_7$ Gran betrage, denn das reine, gehämmerte Gold wiegt bei gleichem Rauminhalt 7mal schwerer als der Marmor, $19^3/_{10}$mal schwerer als das Wasser.

Wenn man durch die vorhin erwähnte Luftpumpe eine Hohlkugel aus feinem Metallblech oder aus irgend

einem andern dichten Stoff so vollkommen als möglich luftleer macht und dann die Kugel wiegt, und wenn man hierauf die Luft von neuem hineinströmen läßt und noch einmal die Kugel auf die Wage bringt, wird man deutlich bemerken, daß ihr Gewicht jetzt größer geworden ist als vorher, wo sie luftleer war. Wenn ihr innerer Rauminhalt gerade einen Kubikfuß betrug, dann wird ihr Gewicht, wenn sie jetzt ganz durch die hineindringende Luft erfüllt ist, 3 Loth, oder genauer gesagt $718^1/_7$ Gran mehr betragen als vorher, da sie leer war; die Luft welche einen Raum von einem Kubikfuß erfüllt, muß deßhalb nahezu 3 Loth wiegen. Wir lassen aber jetzt Wasser hineinströmen in den mit Luft gefüllten Raum. Die Luft, als das viel leichtere Element, wird herausgetrieben; wir wiegen die Kugel, die nun voll Wasser ist, von neuem, und finden daß sie um 72 Pfund oder 552860 Gran schwerer geworden ist, als in ihrem luftleeren Zustande. 718 Gran sind nur der 770ste Theil von 552860 Gran; die atmosphärische Luft ist demnach 770mal leichter als das Wasser. Darum steigt eine Luftblase, die sich im untern Raume eines Gefäßes voll Wasser bildet, so schnell und leicht in diesem empor, weil die Luft als das leichtere Element von dem schwereren, das mit größerer Kraft seinen Ruhepunkt am Boden behauptet, heraufgedrängt wird.

Es gibt aber noch einen viel leichteren Körper als die atmosphärische Luft ist; dieß ist eine andere Luftart, die brennbare, oder das Wasserstoffgas, davon wir nachher reden wollen. Ihre Eigenschwere verhält sich zu jener der gewöhnlichen atmosphärischen Luft ungefähr nur so wie das Eigengewicht des Wassers zu dem des Quecksilbers, nämlich wie 1 zu 14. Wie die gemeine Luft im Wasser, so steigt das Wasserstoffgas in der gemeinen Luft empor, mit solcher Kraft, daß es Lasten mit sich in die Höhe zieht, wie man dieß an jedem Luftballon sehen kann, der durch jene leichte, dünne Gas- oder Luftart gefüllt ist.

Wie das Oel über dem Wasser schwimmt, wie die Luft frei über Wasser und Land schwebt, so würden die Bestandtheile unsres Erdkörpers, wenn sich dem Zug ihrer Schwere uach der Erdmitte kein Hinderniß entgegen setzte, so, eines über den andern, sich lagern, daß die schwersten überall am meisten nach unten und innen, dann die minder schweren, und so in immer weitrer Entfernung von der anziehenden Mitte die leichten und leichtesten ihrer Ruhepunkte fänden, von welchem sie durch ihre eigene Kraft sich niemals erheben noch hinwegbewegen würden.

3. Zusammenhalt der Körper.

Wenn man ein porzellanenes Becken mit laufendem Quecksilber füllt und auf die Oberfläche dieses flüssigen Metalles ein Körnchen Gold oder Platinametall legt, dann gehen beide im Quecksilber unter, während ein Stückchen Eisen darauf schwimmt, so leicht als Lindenholz auf dem Wasser. Dieß kommt daher, daß das Quecksilber fast noch einmal so schwer ist als das Eisen (jenes fast 14, dieses zwischen 7 und 8mal schwerer als Wasser). Das Gewicht des Platinametalles und fast auch das des Goldes übersteigt aber gegen anderthalbmal jenes des laufenden Quecksilbers.

Etwas ganz anderes findet statt, wenn ein Körper, der vorher flüssig war, in den starren, festen Zustand übergeht. Das Wasser ist, so lange es flüssig bleibt, so leicht, daß selbst Burbaumholz in ihm untersinkt, und nicht nur die feinsten Sandkörnchen, sondern auch schlammige Theile von sehr verschiedener Art sich zu seinem Boden niederschlagen. Wenn es dagegen durch den Frost zum festen Eis erstarrt, dann trägt es, wie dieß jedes Kind weiß, auch die schweren Steine und selbst Lastwägen; Kugeln von Gold und Platina, auch wenn sie von ziemlich ansehnlichem Gewichte sind, rollen auf der Eisdecke eines zugefrorenen Sees hin, ohne einzusinken.

Wenn ein Körper aus dem flüssigen Zustand in den festen übergeht, dann legen sich seine Theilchen, die vorher leicht verschiebbar und trennbar waren, dicht, und zwar öfters in einer gewissen regelmäßigen Ordnung, welche man das krystallinische Gefüge nennt, an einander. Hierbei verringert sich gewöhnlich der Umfang; das erstarrende Metall wie das gerinnende Siegellack und Wachs nehmen nach dem Festwerden einen kleinern Raum ein als vorher, da sie fließend waren. Das Wasser aber macht hierin eine Ausnahme, denn dieses nimmt, wenn es zu Eis wird, einen größern Raum ein als vorher, und zersprengt deßhalb, wie dieß Jedermann weiß, bei seinem Gefrieren Töpfe und Gläser. Auch geht das Eis, wenn die Wärme darauf wirkt, nicht erst, wie das Wachs und wie selbst das Eisen, in einen weichen Zustand über, ehe es zum Schmelzen kommt, sondern es wird beim Aufthauen sogleich zum flüssigen Wasser.

Beim Weichwerden durch die Wärme sind beim Siegellack, beim Wachs u. s. w. die Theile auch schon bis zu einem gewissen Grade verschiebbar. Sie nehmen leicht Eindrücke an und lassen sich in allerhand Formen bringen; dabei aber halten sie dennoch so zähe zusammen, daß man sie in lange Fäden ziehen kann ohne daß sie zerreißen. In einem zwar minder hohen Grade als am erweichten Wachse zeigt sich dieselbe Eigenschaft bei manchen Körpern auch dann, wenn sie nicht erwärmt werden. Das Gold ist in seinem gewöhnlichen Zustand so weich, daß man leicht mit dem Messer in dasselbe hineinschneiden, es durch starken Druck in verschiedene Formen bringen und zu langen Drathfäden ausziehen kann, welche verhältnißmäßig nur durch große Gewichte zerreißen. Dagegen läßt sich der Kieselstein weder mit dem Messer schneiden noch in Formen drücken; er ist viel härter als das Gold, seine Theile jedoch hängen, zwar starrer, nicht aber so innig zusammen als die des Goldes, denn er läßt sich unter dem Hammer in kleine

Stücke zertrümmern und zerstäuben, während das geschmeidige Metall sich zu dünnen Platten ausdehnt. Der Diamant ist der härteste unter allen uns bekannten Körpern der Erde; seine Theile halten nach einer bestimmten Richtung hin so starr, so fest zusammen, daß man selbst durch die Splitter des überaus harten Rubins oder Sapphirs nicht in seine Oberfläche hineinritzen kann; dennoch läßt er sich nach andern Richtungen ohne große Schwierigkeit spalten und zertrümmern. Dagegen halten die dicht an einander gedrängten Theilchen des Goldes nach allen Richtungen zusammen und lassen sich deßhalb, man mag sie verschieben wie man wolle, nicht so leicht von einander reissen. Man könnte hierbei auf die Vermuthung kommen daß, eben so wie bei den Gestirnen, die größere Masse der einzelnen Theilchen, welche sich durch ihre auffallende metallische Schwere verräth, eine solche überwiegend kräftige, nach allen Richtungen wirksame Anziehung zwischen ihnen begründe, von welcher eben der hartnäckige Zusammenhalt derselben, die Streck- und Dehnbarkeit ihrer Gesammtmasse eine Folge ist. Außer der Massenanziehung der kleinsten Theilchen wirken jedoch auf die Zusammenordnung derselben zu einer bestimmten körperlichen Form auch noch andere Naturkräfte ein.

4. Haltkraft und Triebkraft; Contraction und Expansion.

Ehe wir jenes Bewegen betrachten, das dem Zeitpunkt des Ruhens, wenn auch nur des scheinbaren, vorausgeht, verweilen wir zuerst bei der Betrachtung des ruhend beharrenden Zustandes der körperlichen Dinge selber.

Bei der Bewegung der Planeten in ihren Bahnen um den tragenden Mittelpunkt wirken in jedem Augenblick zwei Naturkräfte: die centripetale und die centrifugale, Schwere und Schwungkraft zusammen. Wirkte die erstere: der Zug nach dem Mittelpunkt der Bahn allein,

dann würden alle Planeten, Monde und Kometen auf die Sonne hinstürzen; würden alle zu einer gemeinsamen Masse sich vereinen. Wenn dagegen die andre, die Schwungkraft, einmal allein die Herrschaft führte, dann würden alle jene Weltkörper in einer unermeßbaren Weite sich zerstäuben, die schöne Ordnung des Weltgebäudes wäre aufgelöst und vernichtet. (I. Cap. 1).

Was für die Anordnung der Bahnen wie für den Fortbestand der Bewegung der Planeten die anziehende Macht der Sonne, das ist für die einzelnen Körper unsrer irdischen Natur die Anziehung der Erdmitte, oder vielmehr der Gesammtmasse unsres Planeten. Das Band der Schwere hält und fasset sie alle, die Gestirne wie das Gewässer und die Luft, Pflanzen und Thiere, in ein Ganzes zusammen; jene haltende Kraft, die in den Planeten gelegt ist, durchdringt alle einzelnen Theile desselben und gibt jedem Steine, jedem Wassertropfen den eigenthümlichen Zusammenhalt, der nach seiner Art und natürlichen Form ihm zukommt. Aber diese zusammenhaltende Kraft, die man eben so wie bei den Bewegungen der Planeten, als eine centripetale, als eine der Schwere verwandte betrachten kann, bewirkt nicht für sich allein das Gestalten der Körper und das Verharren derselben in dieser Gestaltung, sondern es muß daran noch eine andre, der Schwungkraft verwandte, leibliche Thätigkeit Antheil nehmen, welche als eine ausdehnende, als Triebkraft, sich äußert. Wenn es möglich wäre, daß bei dem Entstehen eines Körpers, des Bergkrystalls oder des Demants, die contrahirende, zusammenziehende Kraft allein gewirkt hätte, dann würde seine eigenthümliche Form eben sowohl in ein Nichts zusammen gesunken seyn, als dieselbe wenn die expandirende Richtung, die Triebkraft allein, ohne von der andern gehalten zu werden, sich hätte äußern können, in ein Nichts zerstäubt und aufgelöst worden wäre. Das beständige Zusammenseyn und Zusammenwirken beider Richtungen der innern Thätigkeit: der Haltkraft

und der Triebkraft, gibt allen Körpern das bestimmte Maaß ihrer Ausdehnung und Größe, welches schon an dem Eigengewicht, an der spezifischen Schwere derselben erkannt wird. Ein Stück Kalkspath oder Marmor mag aus Island oder aus Madagaskar, aus Sibirien oder aus Neuholland herstammen; es hat immer ein Eigengewicht, welches $2^{72}/_{100}$mal größer ist als das des Wassers; die einzelnen Theilchen, daraus es besteht, müssen deßhalb durch gleiches Maaß der Haltkraft und der Triebkraft zusammen geordnet worden seyn. Eben so hat ein Stücklein Goldes, das ein Loth wiegt, immer dieselbe Größe, es mag aus den Bergwerken von Peru oder von Ungarn hergebracht worden seyn; auch läßt sich dasselbe, wenn wir es auch noch so stark hämmern und pressen, doch nur in wenig bedeutendem Maaße in seinem natürlichen Umfang verkleinern. So wie unser Wachholderstrauch niemals zu einem Stamme, so dick und so hoch wie der der Weißtanne, erwachsen kann, weil die Triebkraft, die dem Wachsthum seine Ausdehnung gibt, dieses Maaß nicht ersteigt; so kann auch ein achtflächiger Krystall des gediegenen Goldes (davon wir in einem andern Bändchen sprechen wollen), welcher dreißig Gran (ein halbes Quentchen) wiegt, niemals den Raumumfang erreichen, den ein achtflächiger Krystall von Alaun einnimmt, der von demselben Gewicht ist, sondern ein Alaunkrystall von dreißig Gran wird an Rauminhalt reichlich 10mal größer seyn, als der gleichschwere Krystall des Goldes, weil das Eigengewicht dieses edlen Metalles um mehr denn 10mal größer ist, als das des Alauns.

5. Die Federkraft oder Elastizität.

Wenn man ein Stück geschmeidiges Metall durch Hämmern oder durch das Pressen unter dem Prägstock zusammendrückt, so daß seine räumliche Ausdehnung merklich verringert wird, dann behält es diese ihm gewaltsam aufgedrungene Gestalt und Größe ohne sie

zu verändern; ein gebogener Metalldrath bleibt in der Form, welche die Menschenhand ihm gab, bestehen, bis man ihn wieder gerade biegt. Dagegen springt ein Stäbchen Fischbein, wenn man es biegt, alsbald in seine gerade Richtung zurück, so bald man es aus der gewaltsamen Stellung losläßt, und das Zurückschnellen in die alte Lage erfolgt um so schneller und kräftiger, je stärker die Biegung war. Dieses inwohnende Vermögen der Körper, bei dem Nachlassen eines äußern Druckes, der die Lage und Entfernung ihrer einzelnen Theilchen von einander veränderte, von selbst wieder in die vorherige Stellung sich zu versetzen, nennt man Federkraft oder Elastizität.

Einen sehr hohen Grad von Federkraft besitzt die Luft. Wenn man eine Blase oder ein luftdichtes Säckchen, dergleichen man sich auf Reisen statt eines Kopfkissens bedient, ganz voll Luft füllt, dann kann man wahrnehmen, wie sehr diese jedem äußern Drucke nachgibt, wie stark sie sich zusammenpressen läßt, zugleich aber auch, wie schnell sie, so bald der Druck nachläßt, ihre frühere Ausdehnung wieder annimmt. In einer Windbüchse läßt sich die Luft bis auf den sechszigfachen Theil ihres Umfanges zusammenpressen, und wenn sie dann plötzlich aus ihrem engen Gewahrsam entlassen wird, dehnt sie mit solcher Federkraft sich wieder aus, daß sie, fast wie das entzündete Pulver eines Schießgewehrs, die bleierne Kugel fortschleudert. Der kleine Theil von Luft, welcher in einer Blase noch zurückgeblieben ist, die man so gut als möglich durch Ausdrücken mit der Hand entleert und dann fest zugebunden hat, dehnt sich im luftleeren Raum an einer Luftpumpe so mächtig aus, daß sie die Blase bis zum Zerplatzen anschwellen macht, denn in der Nähe der Erdoberfläche befindet sich die Luft, durch den Druck ihrer eigenen Massen, welche den Dunstkreis bilden, schon an sich selber in einem zusammengepreßten, verdichteten Zustand, um desto mehr, je tiefer sie ihre Stellung an der Mee=

resfläche oder in gewissen Fällen selbst unter dieser hat, um so weniger, je höher hinan, je weiter von der Erdfläche entfernt die Stelle ist, an welcher die Luft sich befindet. Ein Bett mit zarten Flaumfedern gefüllt ist freilich sehr leicht, wenn man aber eine recht große Zahl solcher Betten übereinander legt, dann wird das Gesammtgewicht aller dennoch sehr bemerkbar, und die zuunterst liegenden werden durch die über ihnen gelegenen ungleich stärker zusammengedrückt als die weit nach oben befindlichen. So ist zwar auch die Luft, im Mittel genommen, gegen 770mal leichter als das Wasser, dennoch lastet das Gesammtgewicht ihrer ganzen, im Dunstkreis befindlichen Masse auf die Erdoberfläche mit einem Gewichte, das für jeden Quadratzoll dieser Oberfläche einem Druck von $12^3/_4$ Pfund gleichkommt. Daß dieser Druck auf die flüssigen Körper, welche denselben zu erleiden haben, nicht ohne Einfluß bleiben könne, leuchtet von selber ein. Vor Allem ist es der Druck der atmosphärischen Luft, welcher das Wasser in unsern Pumpen, wenn man in diesen durch das Hinaufziehen des Stempels einen leeren Raum erzeugt, emporsteigen macht, und welcher es bewirkt, daß der Wein oder irgend eine andre Flüssigkeit durch den Heber, in welchem wir durch Ansaugen mit dem Munde einen leeren Raum hervorgebracht haben, aus dem Fasse gezogen werden kann. In unsern Barometern oder Wettergläsern hat man in dem einen Theile des oben zugeschmolzenen Glasrohres einen leeren Raum geschaffen, während man am andern Ende des Rohres, da, wo sich dasselbe kuglich erweitert, der Luft den Zutritt offen erhält, welche hier einen so starken Druck auf das Quecksilber ausübt, daß dieses im tiefgelegenen, ebenen Lande $27^1/_2$ Zoll hoch in der luftleeren Röhre hinaufgetrieben wird. Bei dem Wasser beträgt die Höhe, zu welcher der Luftdruck es emporsteigen läßt, 32 Fuß; das Quecksilber ist gegen 14mal schwerer als das Wasser, und wie das Verhältniß der Eigengewichte, so ist auch

das des Ansteigens, denn $27\frac{1}{2}$ Zoll sind der vierzehnte Theil von 32 Fuß.

Auch auf das Entstehen der Dämpfe hat der Druck der Luft einen bedeutenden Einfluß. Das Sieden des Wassers gründet sich auf die beschleunigte Verwandlung desselben in Dämpfe, und diese Verwandlung findet um so früher und leichter statt, je geringer der Luftdruck ist, der auf das Wasser wirkt. Da nun, nach dem vorhin Gesagten, der atmosphärische Druck immer geringer wird, je höher wir uns beim Besteigen eines Berges oder in einem Luftballon über die Erdebene erheben, sehen wir in größeren Höhen nicht nur das Quecksilber in der Barometerröhre einen niedrigeren mittlern Stand einnehmen, sondern auch das Wasser viel schneller, und durch eine geringere Hitze zum Sieden kommen. Denn während unten an der Erdebene das Wasser erst bei einer Hitze von 80^{0} unsrer Reaumur'schen Thermometer kocht, fängt dasselbe auf dem Gipfel des Montblanc schon bei 71^{0} Wärme an zu sieden, und selbst im Hospiz auf dem St. Bernhard kann man dem Wasser zu seinem Kochen keine solche Hitze geben, als zum Weichsieden des Rindfleisches nöthig ist.

Da in unsrem eigenen Leibe eine Menge der beständig zur Verdünstung geneigten, elastischen Flüssigkeiten enthalten ist, hält auch diese der Luftdruck beständig in gesundem Maaß und Verhältniß zusammen, und der Mensch fühlt sich da am wohlsten, wo der Luftdruck ein mäßig starker ist, während er in der sehr dünnen Luft der höchsten Gebirgsgipfel von mancherlei Beschwerden angewandelt wird, welche, wie wir nachher sehen wollen, auch daher kommen, daß er beim Einathmen der sehr dünnen Luft nicht die ausreichende Gewichtsmenge derselben in seine Lungen empfängt, welche der Erhaltung des Lebens unumgänglich nöthig ist.

6. Bewegung und Geschwindigkeit.

Der berühmte Reisende zu den Quellen des Nils, der Ritter Bruce, setzte die Herren und Damen am kaiserlichen Hof in Abyssinien nicht wenig in Erstaunen, als er mit einem Talglicht, das er statt der Kugel in eine Flinte geladen hatte, mehrere hinter einander gestellte, aus Ochsenhäuten gefertigte Schilde durchschoß. Das Talglicht erscheint so kraftlos und so weich im Vergleich mit einer Ochsenhaut oder mit einem Brett, daß man kaum seinen Augen traut, wenn man sieht, wie ein solches aus einem guten Schießgewehr abgefeuertes Licht durch eine dicke Bretterwand oder Thür eben so hindurchfährt und ein ähnliches rundes Loch hineinschlägt als eine bleierne oder eiserne Kugel. Freilich darf man hierbei nicht vergessen, daß es weder das eigene Gewicht noch die Festigkeit sind, welche der Bleikugel so wie dem Talglichte die Kraft geben, das Brett oder das ausgespannte Fell zu durchlöchern, sondern bloß die Geschwindigkeit der Bewegung, welche beiden durch das entzündete Pulver mitgetheilt wird. Würde die Geschwindigkeit des abgefeuerten Geschosses, so wie dieß bei einer weitern Entfernung von der Mündung des Flintenlaufes der Fall ist, bis auf den zwanzigsten, ja auch nur den zehnten Theil vermindert, dann machte die Kugel nur einen schwachen Eindruck auf das Brett, das Talglicht zerspränge an diesem, ohne es zu verletzen. Wie unbedeutend ist der Eindruck, den eine Eichel, welche etwa eine Elle hoch auf unser Gesicht herunterfällt, auf dieses macht, und wie empfindlich wird derselbe Eindruck, wenn ein solcher kleiner Körper aus dem Wipfel einer hochwüchsigen Eiche auf uns herabkommt, wobei doch die Geschwindigkeit des Fallens höchstens auf das Acht- bis Neunfache sich steigern konnte. Welche Macht zur Bewegung eines Rades empfängt ein verhältnißmäßig kleiner Wasserstrahl, wenn er aus einer gewissen Höhe herabstürzt; wie ganz anders wirkt die uns umgebende

Luft, wenn sie mit Sturmwindes-Gewalt bewegt ist, als wenn sie still steht; und dennoch bleibt ihre Masse dem Gewicht so wie der Dichtigkeit nach fast dieselbe, ja dem Barometerstand nach zu schließen, ist sie bei stürmischem Wetter noch geringer als bei ruhigem und windstillem.

Bei einem großen Theil unsrer sinnlichen Wahrnehmungen ist es eine anerkannte Sache, daß ihr Gegenstand nicht ein körperlicher Stoff, sondern eine Bewegung dieses Stoffes sey, und daß von der Geschwindigkeit dieser Bewegung die Art unserer Empfindung abhänge. Wir wollen dieses hier nur an einigen Beispielen betrachten.

7. Schall und Ton.

Das weiß wohl Jedermann, daß der Schall kein eigener Stoff sey, sondern auf einer Bewegung beruhe, die sich in der Regel durch die Luft fortpflanzt, deren aufgeregte Wellen zuerst in unsrem äußern Ohr gesammelt werden, dann durch den Gehörgang an das Trommelfell anschlagen, dessen Erschütterung sich weiter an die kleinen Gehörknöchelchen der Trommelhöhle, von diesen in die innersten Theile des Labyrinthes, bis zu dem Vorhof, den Bogengängen und der Schnecke fortsetzt, wo dieselbe von den feinen Enden der Hörnerven als Schall oder als Ton vernommen wird. Wenn man sich in der verdünnten Luft der höchsten Gebirgsgipfel oder jener Regionen des Dunstkreises befindet, in welche sich die kühnsten Luftschiffer zuweilen erhoben haben, dann muß man selbst zu dem nahe stehenden oder sitzenden Nachbar mit lauterer Stimme, gleich wie zu einem Halbtauben, sprechen, wenn er das Gesprochene verstehen soll; eine Schlaguhr, deren Glocke außen in der Luft einen sehr hellen Ton hat, wird, wenn man sie unter eine Glasglocke setzt, aus der man die Luft durch die Luftpumpe so weit als möglich herausgezogen hat, kaum noch oder gar nicht mehr vernommen, weil das

Mittel fehlt, durch das sich gewöhnlich der Schall zu unsrem Ohr fortpflanzt. Um jedoch das Schlagen einer solchen Uhr unter diesen Umständen ganz unhörbar zu machen, darf man sie nicht auf eine feste Unterlage, sondern man muß sie auf ein weiches Kissen stellen, denn nicht allein durch die Luft, sondern auch durch andere Körper kann sich die Erschütterung des Schalles fortsetzen und zwar um so schneller, je anregbarer der vermittelnde Körper für ein solches Bewegen ist. Während nämlich der Schall in der Luft, die uns umgibt, in jeder Secunde einen Raum von nahe 1024 Fuß durchläuft, pflanzt sich derselbe in der nämlichen Zeit durch Wasser oder durch Eis viermal, durch eiserne Stäbe 10, durch kupferne 12, durch Glas 17mal so weit fort, und selbst in dem zarten leichten Wasserstoffgas (davon nachher) ist seine Bewegung zwar viel schwächer und unmerklicher, aber auch zugleich schneller als in der gemeinen, athmosphärischen Luft.

Wir können an einer Kegelkugel, die am Boden fortrollt, oder an einer Kanonenkugel, die aus dem Geschütz heraus durch die Luft fährt, auch für's Erste die Geschwindigkeit bemerken, mit welcher sie einen gewissen Raum in einer bestimmten Zeit durchläuft. Außer diesem allgemeinen Fortbewegen von einem Punkt zum andern hat sich die Kugel in dieser Zeit auch um sich selber gedreht oder bewegt; mehr oder minder oft ist der Theil ihrer Oberfläche, der unten war, nach oben, der obere nach unten gewendet worden. Ebenso muß man auch an dem hörbaren Laut oder Ton ein zweifaches Bewegen unterscheiden, einmal jenes allgemeine der Luftwellen, das sich im Mittel in jeder Secunde durch einen Raum von 1024 Fuß fortpflanzt, dann noch ein besonderes, das in einer mehr oder minder schnellen Schwingung (in einem Auf- und Niederbeben oder Oscilliren) dieser Luftwellen besteht. Wenn man einen elastischen Stab, etwa von Metall, mit einem seiner Enden fest in einen Schraubstock einspannt, wenn man dann das obere Ende

desselben stark gegen sich herzieht und schnell wieder fahren läßt, da bemerkt man ein Zittern oder Hin- und Herschwingen des Stabes. Man kann, wenn sie nicht zu schnell auf einander folgen, die einzelnen schwingenden Bewegungen von einander unterscheiden und die Zahl derselben für die Zeit einer Secunde bestimmen. Wird aber die schwingende Bewegung bei einem gewissen Grad von Stärke zugleich so schnell, daß man ihrem Wechsel nicht mehr mit dem Auge folgen kann, dann entsteht, statt der Wahrnehmung für das Auge, eine Wahrnehmung für das Ohr; das schwingende Bewegen des Stabes wird als Ton vernommen.

Man hat berechnet, daß bei dem tiefsten für unser Ohr noch hörbaren Tone die Zahl der Schwingungen oder Oscillationen des tönenden Körpers in jeder Secunde 16 betragen müsse. Wenn man diesen Ton, den eine an beiden Seiten offene, 32 Fuß lange Orgelpfeife von sich gibt, als das tiefste C benennt, dann findet man, daß die Octave desselben, die man durch eine 16 Fuß lange Orgelpfeife hervorbringen kann, genau die doppelte, die zweite Octave die vierfache, die dritte die 8-, die vierte die 16fache Zahl der Schwingungen in der gleichen Zeit in sich faßt. Ueberhaupt kommen immer auf den Ton der nächst höheren Octave doppelt so viel Schwingungen des tönenden Körpers, auf die Terz $1\frac{1}{4}$, die Quarte $1\frac{1}{3}$, die Quinte $1\frac{1}{2}$mal so viele als auf den Grundton, und in ähnlicher Weise läßt sich für alle Töne die Zahl der Oscillationen aus der gefundenen des Grundtons bis zu einem gewissen Grad von Genauigkeit berechnen. Namentlich hat man auf diese Weise gefunden, daß, wenn man für den tiefsten Ton eines Klaviers nach vollkommenster Einrichtung, für das Contra C (die Octave des tiefsten, unserem Ohre hörbaren Tones), 32 Schwingungen voraussetzt, auf den höchsten Ton eines solchen Instrumentes, auf das viermal gestrichene G 3072 Schwingungen in einer Secunde kommen. Ebenso wie die Gränze des menschlichen Hörens

nach der Tiefe hin noch um eine Octave weiter sich ausdehnt, erstreckt sie sich auch nach der Höhe noch um eine, ja, wie man anzunehmen pflegt, noch gegen 2 Octaven weiter, so daß der feinste fur einen scharfen Gehörsinn noch unterscheidbare Ton wohl über oder gegen 8000 Oscillationen haben mag. Was über diese Grenzen nach oben und unten hinausliegt, das wird zu einem Sausen oder Zischen. Von jenen Tönen, welche die menschliche Stimme in den verschiedenen Geschlechtern und Lebensaltern hervorzubringen vermag, kommen auf den tiefsten Baßton der Männerstimme (das große F) 86, auf den höchsten Discantton einer geübten Sängerin (auf das drei gestrichene e) 1280 Schwingungen. Nicht leicht umfaßt die Stimme bei einem und demselben Menschen mehr als $2^1/_2$ Octaven.

Wie bei den Orgelpfeifen die schnellere oder langsamere Aufeinanderfolge der Oscillationen von der Länge der Pfeifen abhängt, so daß eine 32füßige das tiefe C, eine 16füßige seine Octave, das Contra C, eine 8füßige abermals die nächst höhere Octave, oder das große C gibt, so wird auch an gespannten Saiten oder Metallstäben dasselbe Verhältniß bemerkt. Wenn man eine Saite, bei gleicher Spannung, um die Hälfte ihrer Länge verkürzt, dann gibt sie die nächst höhere Octave; bei $^1/_4$ oder $^1/_8$ ihrer Länge die 2te oder 3te Octave. Dasselbe erfolgt, wenn man die Spannung derselben bei gleicher Länge durch Vermehrung des angehängten Gewichtes, das die Spannung bewirkt, verdoppelt, vervierfacht und verachtfacht.

Auf Wahrnehmungen von dieser Art gründet sich die Berechnung der Länge der sogenannten Tonwellen, welche z. B. in der Luft durch das Anregen der verschiedenen Töne gebildet werden. Man theilt jenen gesammten Raum, den der Schall oder Ton in einer Secunde durchläuft (1024 F.), mit der Zahl der Schwingungen, welche dem einzelnen Ton in derselben Zeit zukommt, und findet so die Länge der Schwingungswelle bei dem tiefsten

hörbaren Ton, für welchen man 16 Oscillationen annimmt, 64 Fuß groß (den 16ten Theil von 1024), während die Länge bei den Schwingungswellen der höchsten, noch deutlich unterscheidbaren Töne nur wenige Linien beträgt.

8. Wärme und Licht.

Daß auch das, was wir Licht nennen und was in unserem Auge die Empfindung des Sehens erregt, kein leiblicher Stoff, sondern ein Bewegen der Leiblichkeit sey, wird in unsern Tagen nicht nur vorausgesetzt und vermuthet, sondern es ist unmittelbar durch die Erfahrung und durch die genauesten Beobachtungen erwiesen. Allerdings läßt sich das schwingende Bewegen oder Unduliren des Lichtstrahles noch viel weniger für unsere Sinne anschaulich machen, als das Oscilliren und die Aufeinanderfolge seiner Bewegungen an einer hochgestimmten tönenden Saite. Jedes Kind weiß es, daß man schon durch eine schnelle Kreisbewegung eines glimmenden Spans dem Auge die Täuschung vormachen kann, als sey ein an allen Punkten seines Umfanges zusammenhängender, feuriger Kreis da. Was ist aber die Schnelligkeit der Menschenhand gegen die des Lichtes, welche in jeder Secunde über 41,000 Meilen beträgt, so daß ein Lichtkörper, der in solcher Eile den Raum zwischen Mond und Erde durchliefe, uns nicht als ein Punkt, sondern als zusammenhängender Streifen erscheinen würde. Was jedoch hierbei dem Auge entgeht, das findet mit ziemlicher Sicherheit der nachforschende Verstand. Dieser erkennt, daß die Zahl der Undulationen des Lichtes in derselben Zeit eine ungeheuer viel größere sey als die der Oscillationen einer tönenden Saite; und während die letztere auf's Höchste 8192 in einer Secunde betragen kann, beläuft sich die erstere auf Hunderte von Billionen. Dabei verhalten sich die verschiedenen Farben wie die Töne der Saiten von verschiedener Spannung, und man will gefunden haben, daß

ein rothfarbiges Licht eine geringere (458 Billionen), das blaue und noch mehr das violette eine größere Zahl der Undulationen (gegen und über 700 Billionen) in einer Secunde voraussetzen lasse, so daß die rothen Farben den tieferen, die blaue und violette den höheren Tönen entsprechen. Selbst die Länge der Schwingungswellen des Lichtes hat man berechnet, und gefunden, daß sie nur Hunderttausendtheile eines Zolles betragen könne.

Bei dem Schall kann sich ebenso wie bei dem mechanischen Anstoß oder Zug die eigenthümliche Richtung und Geschwindigkeit des Bewegens von einem Körper an den andern nur durch irdisch-körperliche Mittelglieder fortpflanzen, so daß der Ton im luftleeren Raum in derselben Weise aufhört fortzuwirken, wie der Zug einer Maschine, wenn die Kette oder das Seil zerreißt, welche den Körper, der gezogen werden sollte, mit dem Räderwerk oder dem Hebel in Verbindung setzte, von dem die Bewegung ausging. Anders ist es bei dem Lichte, welches, ebenso wie der Zug der Schwere, den Weltenraum zwischen den Gestirnen des Himmels durchwirkt, ohne daß in diesem, selbst noch viel weniger als im luftleeren Raume, den der Lichtstrahl ungehemmt durchdringt, das Zugegenseyn eines Elementes von solcher Natur angenommen werden könnte, welche der unserer irdischen Körperwelt gleichartig wäre. Der Zug des Magnets auf das Eisen wirkt auch durch die Tischplatte oder durch eine Lage von Papierbögen, welche der Theilnahme an der Art seines Bewegens unfähig sind, ebenso hindurch, als wären dieselben nicht vorhanden. Wir haben schon im Vorhergehenden von einer Kraft gesprochen, die, gleichwie ein Ausfluß oder Abglanz der allumfassenden Macht des Schöpfers, alles Leibliche, in der Form der Schwere (nach I, 1) oder als Haltkraft (nach II, 4) zusammenhält und erhält. Will man diesem Urelement alles Seyns in seiner Aeußerung an die Körperwelt den Namen Aether geben, dann kann man allerdings von diesem aussagen, daß er alldurchdringend und all-

durchwirkend auch da zugegen sey, wo keine Spur mehr von Dem vorhanden ist, was in der irdischen Natur ein Körper heißt. Man kann dann annehmen, daß auch die undulirende Bewegung des Leuchtens von der Sonne aus, durch den Aether des Weltraumes, oder durch den Aether, der in fast ungehemmt strahlender Richtung den durchsichtigen Körper erfüllt, bis zu dem beleuchtbaren Körper oder bis zu unserem sehenden Auge sich fortpflanze.

Man hat die Erscheinungen der Wärme durch die Voraussetzung eines feinen, unwägbaren Stoffes zu erklären gesucht, welcher in allen Körpern, auch in denen von der niedrigsten Temperatur, vorhanden ist, und in dem ein beständiges Streben nach Ausdehnung herrscht, welches nur durch die größere oder geringere Kraft der Anziehung der Körper, in denen er enthalten ist, mehr oder minder gehemmt und in Schranken gehalten wird. Dieser Stoff, Wärmestoff genannt, soll sich aus den Körpern durch Zusammendrücken derselben, durch Verminderung ihres Raumumfanges, fast in ähnlicher Weise heraustreiben und entbinden lassen als das Wasser, das in den leeren Zwischenräumen eines Schwammes enthalten ist; die Wärme theilt sich dann von einem Körper dem andern mit, und wenn auf diese Weise in einem Körper immer mehr und mehr Wärmestoff angehäuft wird, so daß allmählig die ausdehnende Kraft von diesem über die zusammenhaltende das Uebergewicht gewinnt, dann dehnt der erwärmte Körper sich aus; seine vorher fest verbundenen kleinsten Theilchen entfernen sich von einander; er wird flüssig (schmilzt) oder geht sogar in die Form des Dampfes über. Wenn dann dieser Dampf durch einen Druck von außen oder durch Abkühlung von Neuem in den tropfbar flüssigen Zustand übergeht, oder der flüssige Körper zum festen wird, dann tritt der Wärmestoff abermals frei aus ihm hervor, wird in seiner eigenen Weise fühlbar und wirksam.

Obgleich sich durch diese Annahme sehr viele Erscheinungen in der Lehre von der Wärme scheinbar gut er-

klären lassen, gilt dieses dennoch nicht von allen, sondern gerade einige der wichtigsten bleiben dabei ein ungelöstes Räthsel. Unter Anderem auch die Art der Wärmeentwicklung durch das Reiben und durch Elektrizität. Hierbei kann ein Körper in fortwährendem, gleich starkem Glühen erhalten werden; er kann ohne Unterbrechung eine solche Fülle von Wärme an seine Nachbarschaft abgeben, daß man diese Wärme als neu erzeugt, nicht als einen in dem Umfang des Körpers angehäuften Stoff betrachten muß. Selbst die ausstrahlende Verbreitung der Wärme, auch aus Körpern, welche eine niedrigere Temperatur als ihre Umgebung haben, ihre Zusammengesellung mit dem Lichte, das doch kein Stoff, sondern eine Bewegung ist, läßt sich mit der Annahme eines Wärmestoffes nicht zusammenreimen. Aus diesen, so wie aus vielen andern Gründen, hat sich die Naturlehre in neuester Zeit genöthigt gesehen, die äußere wie innere Verwandtschaft, welche zwischen dem Wesen der Wärme, des Lichtes und des Schalles ist, anzuerkennen, und die Wahrheit auszusprechen, daß auch die Wärme kein leiblicher Stoff, sondern ein Bewegen sey, und daß dieses Bewegen ebenso wie bei Licht und Ton in Schwingungen (Vibrationen) bestehe.

Wenn wir in der vorhin (Cap. 7) erwähnten Weise einen festgespannten Stab durch Zurückbiegen und Losschnellen desselben in Schwingungen setzen, dann werden diese noch nicht als Ton vernommen, so lange sie so langsam auf einander folgen, daß man sie mit dem Auge zu unterscheiden und zu zählen vermag. Hierbei kann aber, wie uns dieß die Kraft eines angespannten, plötzlich losschnellenden Bogens zeigt, die mechanische Wirksamkeit solcher langsamer aufeinander folgenden Schwingungen sehr groß seyn, unvergleichbar viel größer als die der viel kürzeren, schneller aufeinander folgenden Schwingungswellen, die den Ton geben. Ein ähnliches Verhältniß wie zwischen den längeren, mechanisch kräftigeren, und den kürzeren, nur auf das feinere Wahr-

nehmungsvermögen des Gehörsinnes wirkenden Schwingungen elastischer Körper, mag zwischen den Schwingungswellen der Wärme und des Lichtes seyn, welche beide den ersten Anstoß zu ihrem Bewegen namentlich aus dem gemeinsamen Einfluß des Sonnenlichtes empfangen. Ein Körper wird erwärmt, seine Erhitzung steigert sich bis zum Glühen, und plötzlich bricht das Licht hervor, das als solches nicht mehr in leiblich gröberer Weise, ausdehnend und schmelzend auf andere Körper und auf unser Gemeingefühl wirkt, sondern zunächst nur von dem höchsten und feinsten Sinn unseres Leibes, von dem des Gesichtes, wahrgenommen wird. Ehe wir jedoch weiter zu der Betrachtung der Wirkungen und der Erscheinungen des Lichtes und der Wärme übergehen, müssen wir zuerst noch eine andere Beziehung dieser beiden Bewegungen in's Auge fassen, welche im Grunde genommen dieselbe ist, die nach I, 1 zwischen dem Zug der allgemeinen Schwere und der Schwungkraft stattfindet; dieselbe, die wir nach I, 4 zwischen der Triebkraft und Haltkraft bestehen sehen.

9. Das Wesen und Wirken des Lichtes, als Eins und als Drei.

Es gibt gar vielerlei offenkundige Wunder, Erscheinungen und Dinge, die das Auge sieht, die Hand greift und deren inneren Zusammenhang und Wesen die Vernunft dennoch nicht erfassen kann; ein solches Wunder ist unter Anderem auch das Licht durch und durch. Wenn man einen Sonnenstrahl durch ein Glas, das in gleichmäßig dreiseitige Säulenform zugeschliffen ist (durch ein Prisma) auf eine gegenüberstehende Wand fallen läßt, dann bemerkt man alsbald, daß der vorher farblose Strahl in die Farben des Regenbogens sich zertheilt habe. Am deutlichsten und schönsten sieht man diese Farben, wenn man den Sonnenstrahl durch eine kleine Oeffnung in ein verdunkeltes Zimmer hereinscheinen läßt, und wenn man hierbei das Prisma so zwischen die Licht-

öffnung und die Wand stellt, daß die eine scharfe Kante desselben nach unten, die breite Fläche desselben nach oben gekehrt ist. Bei solcher Einrichtung stellt sich das streifenartige, bunte Farbenbild an der Wand, umgekehrt wie am Regenbogen, so dar, daß zu unterst das Roth, dann Orange, dann das Gelbe, Grüne, das Hellblaue, dann das Indigofarbene und zuletzt das Violette folgt, so daß man im Ganzen sieben, freilich nicht ganz scharf abgegränzte Farben unterscheidet.

Aber mitten durch diese Siebentheilung geht eine andere noch merkwürdigere Dreitheilung hindurch. Es sind in jedem Lichtstrahl drei Kräfte vereint: die Kraft des Leuchtens, die des Erwärmens und die sogenannte chemische, von der wir nachher noch ausführlicher sprechen, die wir aber vorläufig nur als diejenige bezeichnen wollen, welche die Anwendung des Daguerrotypes möglich macht, indem sie das salzsaure Silber, oder das mit Jod verbundene Silber aus dieser Mischung ausscheidet. Hier, am Farbenbild des Prisma's, sieht man das Eins zum Drei werden, denn die wärmende Kraft des Lichtes hat sich mit dem rothen Farbenstreif überkleidet, die Helle hat sich zum gelben, die chemische Wirksamkeit zum violetten Strahle gesellt, und zwar in so deutlicher Verschiedenheit, daß die Ausscheidung des Silbers im rothen Farbenstreifen eben so wenig erfolgt als in einem nächtlich verdunkelten Raume, während sie dagegen im violetten Streifen augenblicklich eintritt. Dagegen bewirkt das Violett gar keine merkliche Erwärmung, wohl aber thut dieses, in ganz augenfälliger Weise, der rothe Strahl, während sich in dem gelben vorzugsweise die erhellende Kraft des Lichtes kundgibt. Läßt man alle Farben des Prisma's in eine Sammellinse fallen, dann vereinen sich die sieben, sowie die drei Wirksamkeiten des Lichtes, wieder zu der ungeschiedenen Einheit, aus der sie durch das Prisma hervorgerufen wurden; man sieht von Neuem den farblosen Strahl der Tageshelle.

Am Regenbogen zeigt sich, wie schon erwähnt, dieselbe Erscheinung der Farben; nur ist hier der rothe Streif oben, der violette unten, weil der Sonnenstrahl in beiden Fällen, wenn er am Prisma durch die dünnen, spitz zulaufenden Kanten, in der Regenwolke durch die obere dünnere Schichte der Wassertropfen fällt, das Roth, beim Hindurchbrechen durch die dickere Seite oder Schicht, das Violett erzeugt. Auch an jedem Regenbogen gibt sich mithin jene bewundernswerthe Dreiheit in Einheit kund, darin das Wesen und die wirkende Kraft des Lichtes besteht; des Lichtes, in welchem uns die heilige Schrift ein Gewand, ja ein Abbild des göttlichen Wesens erkennen lehrt.

10. Der polarische Gegensatz.

Die beiden Pole der Erde behalten ohne Aufhören ihre einander gerade entgegengesetzten Stellungen bei; der Nordpol kann sich niemals zu den Gestirnen des Südens, der Südpol niemals nach der Gegend des Himmels hinwenden, wo der Polarstern steht. Die Aenderungen, welche etwa in dieser Hinsicht im Verlauf von Jahrtausenden vorkommen können, sind in einen sehr engen Kreis geschlossen, denn die Stellung der Erdpole steht in so festem Zusammenhang mit der Stellung der Pole der Sonne und aller anderen Weltkörper unseres Planetensystemes, daß, so lange Sonne und Mond am Himmel sind, der Nord nicht zum Süden, der Süd nicht zum Norden werden kann.

In der prismatischen Farbenreihe sind sich auch die Eigenschaften der beiden äußersten Enden vollkommen entgegengesetzt; in der Nähe des violetten Streifen wird zwar eine kräftige chemische Wirkung des Lichtstrahles (nach C. 9), dabei aber gar keine Erwärmung, am rothen Farbenstreifen wird auffallende Erwärmung, zugleich aber keine Spur der chemischen Zersetzungen und Verbindungen bemerkt. Beide Eigenschaften schließen sich hier gegenseitig aus und doch gehören sie zusammen;

sie ergänzen sich die eine durch die andere zu dem einen, gemeinsamen Lichte, das die Welt erleuchtet, erwärmt und lebenskräftig anregt.

Eine solche Auseinanderlegung der Eigenschaften und Kräfte eines leiblichen Wesens an zwei verschiedenen Seiten, die zusammen erst das Ganze ausmachen, nennt man Polarisation; die beiden aus der Einheit hervorgegangenen und wieder zur Einheit strebenden Enden selber heißen die polarischen Gegensätze. Bei der prismatischen Zerlegung des Lichtstrahles erscheinen diese Gegensätze, wie das Licht, aus dem sie hervorgingen, nicht in der Form eines scheinbar ruhenden, feststehenden Stoffes, sondern als eine Bewegung von verschiedenen Graden der Kraft und Geschwindigkeit (nach S. 8), oder mit anderen Worten, als Farben. Diese sind nicht an die Stelle der Wand gebunden, an der sie jetzt erscheinen, sondern wie die Richtung des einfallenden Lichtstrahles oder die Stellung des Prisma's sich ändert, wechseln auch sie ihren Ort, und wenn jener sich verhüllt oder dieses hinweggenommen wird, dann verschwinden sie gänzlich. Es gibt aber viele andere Erscheinungen in der Natur, welche darauf sich gründen, daß die polarischen Gegensätze in mehr feststehender, selbstständiger Weise an einen und den andern leiblichen Stoff oder an die einzelnen Theile und Enden eines Körpers gebunden sind. Von diesen Erscheinungen wollen wir einige der wichtigsten und einflußreichsten betrachten.

11. Der Magnetismus.

Der unscheinbare, schwärzliche Eisenstein, welcher anderes Eisen an sich zieht, erschien bereits dem frühesten Alterthum als ein Gegenstand von hoher Bedeutung; als etwas G r o ß e s und Hehres in seiner Art, das in seinem geheimnißvollen Wesen den Schlüssel zur Lösung vieler Geheimnisse der Natur verborgen trage. Und so hat es sich auch bewährt; der Magnet ist den Völkern der Erde nicht nur ein Führer über Meere und

Länder, sondern durch alle Gebiete der Naturlehre geworden; er hat dem Forschungstriebe des Menschen den Weg gewiesen nach einem Ziele, bei dem allein die Sicherheit des Erkennens, auch der leiblichen Naturkräfte, gefunden werden kann.

Wenn man ein breitgedrücktes Stäbchen oder eine Nadel von Stahl eine Zeit lang mit einem Magnet beständig in derselben Richtung, entweder von der Rechten zur Linken, oder von der Linken zur Rechten streicht, dann bekommen dieselben nicht nur die Kraft, anderes Eisen und Eisenstäubchen anzuziehen, sondern, sobald man ihnen eine frei schwebende Stellung gibt, nehmen ihre beiden Enden eine Richtung an, welche im Ganzen nach den beiden Polen der Erde, nach Nord und Süd, hingeht. Eine solche frei schwebende Magnetnadel, welche mit wenig Abweichungen beständig nach denselben Weltgegenden hinweist, ist das wesentlichste Stück des Compasses. Der Bergmann, der unten durch die dunkle Tiefe sich die Bahn nach einem bestimmten Richtpunkt hin brechen muß, würde eben so wenig als Einer, dem die Augen verbunden sind, sich in die Weltgegend finden können; er würde gar bald aus der geraden Linie, die er bei seiner Arbeit innehalten wollte, herauskommen, hätte er den Compaß nicht, der ihn in jedem Augenblick die rechte Richtung wieder auffinden läßt. Kein Schiffer könnte sich auf das weite Meer wagen, wenn ihm nicht, auch bei umwölktem Himmel, bei Tage wie bei Nacht, der Compaß es andeutete, wohin er, um sein Ziel zu erreichen, steuern müsse; den Reisenden durch die Wüste und durch die vielfach gewundenen Thäler der Gebirge zeigt jener Führer immer den rechten Weg an, aus der Heimath nach der Fremde, so wie aus dieser zurück nach der Heimath.

Die beständige Richtung nach einer bestimmten Weltgegend, die wir an dem Magnet, sobald derselbe einer freien Bewegung fähig geworden ist, bemerken, gründet sich darauf, daß seine beiden Enden nach ihrem kleinen

Maaßstab einen ähnlichen Gegensatz zu einander gebildet haben, als der ist, in welchem die beiden Pole der Erde stehen. Man hat daher mit vollem Rechte jene beiden Enden, deren eines dem Nordpol, das andere dem Südpol des Planeten sich zuwendet, die Pole des Magnets genannt; und davon ist auch für alle ähnliche Zerlegungen der Naturkräfte in zwei einander entgegengesetzte, sich ergänzende Richtungen der Name der Polaritäten, der Polarisation und polarischen Wechselwirkung entstanden.

Mit der Polarisation zugleich erwacht eine doppelte Bewegung, davon die eine nach Vereinigung und gegenseitiger Anziehung, die andere nach Trennung und Abstoßung hinstrebt. Denn nicht nur an der einzelnen Magnetnadel bemerkt man, daß der Nordpol, wenn man ihn nach Süden kehrt, alsbald aus dieser Richtung hinwegflieht und zur vorigen zurückkehrt, sondern, wenn zwei freischwebende Magnete mit ihren gleichnamigen, das heißt, beide mit ihren nach Norden oder Süden sich kehrenden Enden, der Nordpol des einen, dem Nordpol des andern sich nähern, dann fliehen sie alsbald von einander, sie stoßen sich ab. Kommt dagegen der Nordpol des einen dem Südpole des andern nahe, dann ziehen sich beide sehr lebhaft an; durch drehende Bewegung suchen sich, wo dies möglich ist, die beiden ungleichnamigen oder entgegengesetzten Pole einander auf, um sich zu vereinen. Die beiden polarisch verschiedenen Richtungen des Bewegens suchen und finden, die eine in der anderen, eine ebenso durchgehende und nothwendige Ergänzung, als, wie öfter erwähnt, die centripetale und centrifugale Richtung der Schwere und Schwungkraft, welche durch ihre Verbindung die Bahnbewegungen der Himmelskörper bewirken. Erst durch ihre Einigung treten sie in den geordneten Kreislauf jenes allgemeinen Bewegens, welches nicht nur den ganzen Planeten, sondern alle einzelnen Körper desselben anregend erfaßt und mit sich führt.

Dennoch gibt es auch hier eine Zusammenordnung vieler Einzelnen zu einem Ganzen, die, scheinbar der Neigung jedes Einzelnen widersprechend, die Gesammtkraft Aller zu einer Höhe steigert, welche ungleich mehr ist als die bloße Addition der einzelnen Kräfte. Dieses beweist uns die Einrichtung einer großen Zahl unserer künstlichen Magnete, welche aus einzelnen Magnetstäbchen gebildet sind, die man mit ihren gleichnamigen Polen einen an den andern legte und dann an jedem Ende eines solchen Bündels mit einem Stück Eisen (als Armatur) bewaffnete. Eine solche Zusammenordnung einzelner Magnerstäbe nennt man eine magnetische Batterie.

An der tönenden Saite wie an dem leuchtenden Strahl der Sonne läßt es sich nachweisen und errathen, daß jenes Bewegen, welches als Ton und als Licht wahrgenommen wird, in einem Oscilliren oder Hin- und Herwogen zwischen zwei entgegengesetzten Richtungen bestehe; in einer Erhebung nach oben oder außen, und einer Senkung nach unten oder innen. In nothwendiger Aufeinanderfolge zieht die Hebung eine Senkung, diese jene nach sich; die eine Richtung des Bewegens sucht und findet die andere. So entsteht auch, wenn man einen noch nicht magnetischen Eisenstab oder eine stählerne Nadel an dem einen Ende in Berührung setzt mit dem sogenannten Nordpol eines starken Magnets, in diesem berührten Ende ein Südpol, während zu gleicher Zeit an dem entgegengesetzten, abgelegenen Ende ein Nordpol sich bildet. An dem vollendeten Magnet findet ohnfehlbar, wenn auch nur durch eine für uns unsichtbare Weise, eine beständige Wechselwirkung zwischen dem Nordpol und Südpol statt, ein Aus- und Einströmen des magnetischen Bewegens von dem einen zum andern, das eine Kreisbahn von weiterem Umfange beschreibt. Wenn sich jedoch dem Pol eines schon gebildeten Magnets der entgegengesetzte Pol eines andern, schon gebildeten Magnets zur unmittelbaren Berührung

darbietet, da tritt ein ähnliches Verhältniß der Steigerung des gegenseitigen Bewegens ein, wie jenes seyn würde, das sich bei einem strömenden Wasser einstellte, welches vorher auf einem Weg von mehreren Stunden einen Fall von 100 Fuß hatte, wenn man in seinem Verlauf eine Tiefe von 100 Fuß abgrübe, in die es sich jetzt nicht mehr sanft strömend, sondern mit der Schnelle und Stärke eines Wasserfalles hinabstürzte.

Nicht nur das Streichen oder die Berührung mit einem anderen, schon vollendeten Magnet, sondern auch das Hämmern und Schlagen, wenn dieses eine Zeit lang in derselben Richtung fortgesetzt wird, theilt einem eisernen Stabe die magnetischen Eigenschaften mit. Den gleichen polarisirenden Einfluß auf das Eisen haben mehrere Weisen der mechanischen Anregung und Erschütterung desselben. Der gemeine Magneteisenstein entwickelt seine anziehende Kraft gegen das Eisen in der Regel erst dann, wenn er, von der größeren Masse, deren Theil er war, getrennt, auf längere Zeit schon dem Einfluß der freien Luft und des Tageslichtes ausgesetzt war.

In den meisten Fällen einer solcher Erregung des Magnetismus in dem Eisen läßt es sich nachweisen, daß hierbei der Magnetismus des Erdkörpers, die magnetische Strömung von einem Pole desselben zum andern ebenso gewirkt habe wie etwa sonst die Berührung und das Streichen mit einem schon gebildeten, starken Magnet. Denn wenn man eine eiserne Stange in jene Stellung bringt, welche jede freischwebende Magnetnadel annimmt, dann zeigt sich an ihr sogleich eine magnetische Polarität, die sich durch Bestreichen auch anderem Eisen mittheilen läßt. Auch das Hämmern, Feilen, Drehen, so wie das schnelle Abkühlen eines glühenden Eisendrahtes, den man in senkrechter Richtung in's Wasser taucht, scheint das Eisen, das hierdurch magnetisch wird, nur empfänglicher zu machen für den anregenden, mittheilenden Einfluß des mächtigen Magnetismus der Erde.

Dennoch darf man hierbei nicht vergessen, daß die magnetische Wirksamkeit in einem Bewegen der zwei sonst im wechselseitigen Verein gebundenen Naturkräfte bestehe, die wir vorhin (II. C. 5) in einer ihrer Formen betrachteten. Jede Bewegung von verwandtem Wesen, wenn auch, weil sie an eine andere Art von Verleiblichung gebunden ist, von verschiedener Gestalt, kann im Eisen die magnetische Polarisation bewirken. Namentlich gilt dieß von der Elektrizität, davon wir sogleich weiter sprechen wollen. Ein Blitz, der über eine eiserne Stange hinfährt, kann diese, so wie, wenn er in ein Schiff einschlägt, die Messer und andere eiserne Geräthschaften magnetisch machen, während derselbe vielleicht zu gleicher Zeit die magnetische Polarität in einigen der darin vorhandenen Magnetnadeln verstärkt, in andern sie schwächt.

Der Magnetismus, zunächst des Erdkörpers, scheint zwar auf alle irdischen Körper einen mehr oder minder merklichen Einfluß zu haben; doch sind in vorherrschendem Maaße nur einige Metalle, vor Allem das Eisen und das Nickelmetall, nächst ihnen auch die Platina, zur selbstständigen Aeußerung der magnetischen Kräfte geeignet. Von dem Eisen werden wir später (III, 3) erwähnen, daß dasselbe seinem Wesen nach als das eigentliche Grundmetall des Erdkörpers sich betrachten lasse.

12. Die Elektrizität im Allgemeinen.

Ein berühmter Reisender und Naturforscher, A. v. Humboldt, sah in Südamerika einem Spiel der Indianerkinder zu, darinnen im Grunde dieselbe Naturerscheinung sich kund gab, die, unter dem Namen der Elektrizität, ein Hauptgegenstand der Forschungen im Gebiet der Naturlehre geworden ist. Jene Kinder rieben kleine Rohrstäbe an locker zusammengewebten Körpern, und ergötzten sich dann an der anziehenden Kraft, welche diese geriebenen Rohrstäbchen gegen kleine Stücklein Spreu und andere staubartig leichte Körperchen äußerten.

An dem Bernstein machten die Naturbeobachter des Alterthums zuerst die Bemerkung, daß derselbe, wenn er gerieben wird, leichte Körper an sich ziehe und sie nach einiger Zeit wieder abstoße. Von der alten Benennung des Bernsteins oder Elektrons hat dann die anziehende und abstoßende Kraftäußerung mancher geriebener oder erwärmter Körper den Namen Elektrizität erhalten.

Beim magnetischen Eisen treten die beiden Pole an einem und demselben Körper, obwohl an zwei entgegengesetzten Enden desselben auf; die elektrische Polarität ragt schon weit über diesen engen, zunächst nur auf einige wenige Metalle beschränkten Kreis hinaus; sie gibt sich nicht nur, wie im erwärmten Turmalin oder manchen andern Mineralien, an einem und demselben, sondern an zwei ganz verschiedenen Körpern kund.

Siegellack, Pech und Schwefel werden ebenso wie ein Stück Bernstein durch Reiben, z. B. mit einem Tuchlappen, elektrisch; sie ziehen dann leichte Körper, nicht bloß, wie das magnetische Eisen, solche, die von verwandter, sondern solche, die von ganz verschiedener Art sind, Papier- oder Korkstückchen, Holzfasern, Spreu u. s. w. an sich und stoßen dieselben bald nachher wieder von sich ab. Eine Glasstange oder Glastafel zeigt beim Reiben dieselbe Eigenschaft, und in beiden Fällen bemerkt man deutlich, daß die Anziehung leicht beweglicher Körper nur in dem Streben des geriebenen Körpers ihren Grund habe, diesen Körpern seine eigene Elektrizität mitzutheilen.

Wenn man ein leichtes, an einem seidenen Faden aufgehängtes Kügelchen aus Hollundermark oder Kork in die Nähe einer durch Reiben elektrisch gewordenen Glasstange bringt, dann zieht diese dasselbe zu sich hin, theilt ihm ihre Elektrizität mit, und stößt es, sobald dieß in hinlänglichem Maaße geschehen ist, wieder von sich ab, aus demselben Grunde, aus welchem der Nordpol eines Magnetes den gleichnamigen (Nord-)pol eines

andern Magnets von sich abstößt. Wenn ein solches von der Glaselektrizität erfülltes Kügelchen einer andern geriebenen Glasstange nahe kommt, wird es auch von dieser abgestoßen, während dasselbe von einer Siegellackstange oder von einem Stück Bernstein, die man elektrisch gemacht hat, sehr lebhaft angezogen wird. Umgekehrt erfolgt dasselbe, wenn eine schwebende Hollundermarkkugel zuerst die Elektrizität des geriebenen Siegellacks oder Peches angenommen hat. Dasselbe wird dann von allen harzartigen, elektrischen Körpern abgestoßen, von den glasartigen aber angezogen, und ein solches gegenseitiges Abstoßen bemerkt man auch unter freischwebenden elektrischen Glasstangen, so wie zwischen freischwebenden geriebenen Siegellackstangen; ein lebhaftes Anziehen dagegen, wenn Siegellack und Glas, beide in elektrischem Zustande, sich nahekommen.

Aus diesen Erscheinungen hat man geschlossen, daß auf die elektrische Polarität die Beschaffenheit der Körper, an denen sie hervortritt, einen entschiedenen Einfluß habe, und daß, wenn man hier einen Vergleich mit den magnetischen Erscheinungen gestatten will, die eine Art der Körper vorherrschend geneigt sey, durch Reiben oder durch andere anregende Einflüsse die Nord-, eine andere Art die Süd-Polarität anzunehmen. Man hat sogar, zur Bezeichnung der beiden entgegengesetzten elektrischen Polaritäten, den Namen der Glas- und der Bernstein-, oder Pech-Elektrizität vorgeschlagen. Aber bei einer solchen allgemeinen Sonderung der Körper nach ihrer vorherrschenden Befähigung für die eine oder die andere elektrische Polarität darf nicht vergessen werden, daß unter gewissen Umständen selbst das Glas die Harzelektrizität, so wie Siegellack die Glaselektrizität annehmen könne. Das Erstere geschieht, wenn man eine Tafel oder eine Stange von Glas, statt mit Wollenzeug oder statt an einem mit Metallgemisch (Amalgam) überzogenen Lederkissen, mit einem Katzenfell, das letztere, wenn man Siegellack mit Schwefel reibt. Denn in diesen

Fällen wird das Katzenfell in jenen elektrischen Zustand versetzt, der sonst dem geriebenen Glase eigen ist, das Glas aber in den Zustand des geriebenen Harzes, und zwischen Schwefel und Siegellack tritt eine solche Vertheilung der Polaritäten ein, daß der Schwefel die Harz-, das Siegellack dagegen die Glaselektrizität bekommt. Selbst dann, wenn man zwei Stücke desselben Glases, davon das eine an seiner Oberfläche glatt, das andere rauh und matt ist, gegen einander reibt, bemerkt man, daß dieses letztere die Harz- und nur das erstere die Glaselektrizität empfange. Es findet mithin hierbei das ähnliche Verhältniß statt wie bei der Erregung und Mittheilung des Magnetismus, wobei jenes Ende einer noch nicht magnetischen Eisenstange, das man mit dem Nordpol eines Magnetes in Berührung bringt, die Südpolarität, und umgekehrt empfängt. Bei dem Zusammenreiben zweier Körper werden jederzeit beide elektrisch, und zwar in polarisch entgegengesetzter Weise; der eine in der gewöhnlichen Art des Glases, der andere in der des Harzes.

Aus den eben angeführten Gründen hat man sich bewogen gefunden, die alte Benennung der elektrischen Polaritäten, welche von der Beschaffenheit des Stoffes der Körper hergenommen war, aufzugeben, und statt der Glas- und Harz- eine positive und negative Art der Elektrizität aufzustellen. Genau betrachtet haben wir es hier bei der Elektrizität wie bei dem Magnetismus abermals mit jenen beiden Grundrichtungen alles Bewegens, alles Werdens und Seyns zu thun, welche wir im ersten Capitel des ersten Abschnittes als Schwere und als Schwungkraft kennen lernten. Von diesen beiden kann man die eine allerdings als die selbstständig anregende, bewegende betrachten, und sie deßhalb die positive nennen, während sich die andere vorherrschend als die hingebende Empfänglichkeit für den höheren, anregenden Einfluß kund macht, und deßhalb, diesem gegenüber, als eine negative bezeichnet werden mag.

In welch' nahem Verhältniß der inneren Verwandtschaft die elektrische Polarisation mit jenen sogenannten Grundkräften der Körperwelt stehe, welche als Contraction und Expansion (nach II, Cap. 4) den einzelnen Körpern ihre bestimmte Ausdehnung und das eigenthümliche Maaß ihres Zusammenhaltes geben, dieß wird vornehmlich an den verschiedenen Weisen erkannt, in denen die Elektrizität erregt werden kann. Denn nicht das Reiben allein, sondern fast eine jede Art des Bewegens ruft in den Körpern, auf welche sie einwirkt, eine elektrische Spannung hervor; am meisten aber dann, wenn sie auf die Ausdehnung oder Zusammenziehung der einzelnen Theilchen derselben verändernd einwirkt.

Ebenso wie der Druck, der die einzelnen Theilchen einander nähert, die Wärme erregt, macht er dieselben auch elektrisch, und wenn zwei Körper von verschiedener Art gegeneinander gedrückt werden, dann überkommt der von beiden die positive Elektrizität, dessen Federkraft (Elastizität) die stärkste ist. In umgekehrter Weise entsteht Elektrizität, wenn das Gegentheil des Druckes, wenn ein zersetzender, den engeren Zusammenhang der einzelnen Theilchen aufhebender Einfluß auf die Körper wirkt. Beim Zerbrechen und Zerspalten von diesen, beim schnellen Auseinanderstäuben kleiner, lose aufeinander liegender Körpertrümmer, läßt sich alsbald an empfindlichen Elektrizitätsmessern, dahin namentlich zwei aneinander liegende Streifen von dünnen Goldplättchen gehören, das Erwachen einer elektrischen Spannung bemerken. Wenn der Wasserdampf aus einem von unten angeheizten Kessel durch metallene Röhren hindurchstreicht, dann werden diese negativ elektrisch, während der ausströmende Wasserdampf dadurch, daß er ein Korkkügelchen zurückstößt, dem man die Elektrizität einer geriebenen Glasstange mittheilte, sich als positiv elektrisch erweist. Doch auch dieses Verhalten geht in ein umgekehrtes über, wenn man dem Wasser Terpentinöl beimischt.

Die Wärme, an sich allein, bewirkt Ausdehnung, ein mehr oder minder starkes Auseinanderweichen der einzelnen Körpertheile. Darum wird auch das Erwärmen, das Erhitzen der Körper in großer Allgemeinheit ein Grund des Entstehens der Elektrizität. Am meisten und leichtesten fällt dieß allerdings an manchen Mineralien, namentlich an dem schon vorhin erwähnten elektrischen Schörl oder Turmalin in die Augen. Wenn man diesen auf einer erhitzten Ofenplatte oder über Kohlenfeuer erwärmt, dann bemerkt man alsbald, daß seine beiden Enden leichte Körperchen und Körpertheilchen: Asche, Papierstückchen u. s. w., an sich ziehen und nach einiger Zeit sie wieder abstoßen. Nähert man diesen beiden Enden Korkkügelchen, denen die Glas= oder denen die Harzelektrizität mitgetheilt war, dann sieht man, daß das eine Ende sie anzieht, das andere sie (als gleichnamige) abstößt, woraus erkannt wird, daß das eine Ende positiv, das andere negativ elektrisch geworden sey. Dieses polarische Verhältniß setzt sich jedoch in das ganz entgegengesetzte um, sobald der Stein erkaltet, denn dann zeigt sich jenes Ende, das vorher positiv elektrisch war, negativ, das andere positiv. Ein anderer merkwürdiger Stein, der Borazit, von welchem wir bei der Betrachtung des Steinreiches noch weiter sprechen werden, hat nicht, wie der Turmalin, eine säulenförmige Gestalt, sondern vorherrschend die Form des Würfels, dessen Ecken öfters abgestumpft, dessen Kanten zugeschärft sind. Wenn man diesen Stein erwärmt, dann erwacht nicht nur an zwei seiner einander schief gegenüberstehenden Ecken, sondern an den vier Paaren derselben eine elektrische Polarisation, die sich abwechselnd, wenn man im Kreise herumgeht, durch das Anziehen oder Abstoßen eines durch geriebenes Glas elektrisch gewordenen Korkkügelchens hier positiv, dort negativ erweist, wobei die zusammengehörigen Pole immer durch zwei einander diagonal, rechts oben und links unten gegenüberliegende Ecken gehen. An einer großen Zahl von krystallinisch gebildeten Stein=

arten hat man dieselbe Fähigkeit wie am Turmalin und Borazit entdeckt, durch Erwärmen elektrisch zu werden.

Jener Wechsel zwischen Ausdehnen und Zusammenziehen, Zersetzen und Verbinden, welcher, wie wir so eben sahen, eine ergiebige Quelle der Elektrizitätserregung ist, findet sich ohne Aufhören in der chemischen Wechselwirkung der flüssigen und festen Stoffe. Davon werden wir nachher reden. Auch die Lebenskraft, welche in den beseelten Körpern der Pflanzen und Thiere wirkt, steht eben dadurch mit dem elektrischen Bewegen in einer innern Verwandtschaft, daß sie durch ihren Einfluß immerwährend hier eine Verbindung, dort eine Zersetzung der Stoffe bewirkt. Darum bemerkt man an manchen Pflanzen, namentlich zur Zeit des Blühens und an den Blüthentheilen selber, elektrische Erscheinungen; noch öfter ist dieß der Fall an dem Haar der Thiere, wie der Katzen, der Pferde und selbst der Menschen; unter den Fischen gibt es mehrere Arten, an denen sich ein sehr hoher Grad der elektrischen Spannung kund gibt, wie dieß namentlich an dem südamerikanischen Zitteraal, so wie an dem schon in unseren nachbarlichen Meeren wohnenden Zitterrochen erkannt wird. Die elektrischen Erscheinungen bleiben sich, ihren Hauptzügen nach, in allen diesen Fällen gleich, wenn auch in der Art ihrer Anregung eine große Verschiedenheit war; darum ist es nöthig, diese Erscheinungen selber noch etwas näher in's Auge zu fassen.

13. Genauere Betrachtung der elektrischen Erscheinungen.

Bisher erwähnten wir nur e i n e r Aeußerung der elektrischen Kraft, der des Anziehens und Abstoßens solcher Körper, welche in den Kreis ihrer Wirksamkeit eintreten. Schon hierin zeigt sich die Elektrizität als eine Macht, welche sich frei über das Gesetz des bloß mechanischen Wechselverkehres der irdischen Körperwelt erhebt; der elektrische Körper wird, mitten in der größeren

Welt, mit der er durch das Band der Schwere vereint ist, zu einer kleinen, selbstständig wirkenden Welt, die nach eigenem Gesetz ihre Elemente bewegt und beherrscht. Dem Gesetz der allgemeinen planetarischen Schwere entgegen, die alle einzelnen Körper nach dem Boden hinabzieht, werden diese durch die elektrische Anziehung emporgehoben, und, wenn sie die gleichnamige Spannung empfangen haben, selbst dem Gesetz der Schwere entgegen, von unten nach oben wieder abgestoßen.

Auf diese gleichsam magnetischen Erscheinungen ist jedoch die elektrische Wirksamkeit nicht beschränkt; dieselbe erhebt sich zu Kraftäußerungen, welche, wie uns dieß der Blitz zeigt, in viel gewaltigerer Weise durch den Bestand der irdischen Körperwelt hindurchbrechen, diesen Bestand auflösen und zertrümmern.

Wenn man an einem dunklen Orte mit der Hand über den Rücken einer Katze aufwärts streicht, dann sieht man aus dem Haare derselben Funken hervorbrechen und vernimmt dabei ein knisterndes Geräusch. Dasselbe bemerkt man bei dem Kämmen der Mähne eines kräftigen Rosses, ja selbst des eigenen Haares. Jene kleinen Lichtblitze, die man schon beim Zerschlagen des Zuckers, beim Zerbrechen und Zerstoßen vieler anderen, namentlich der krystallinischen Körper bemerkt, ja die sich schon beim Schaben und Reiben mancher fester Stoffe zeigen, sind nichts Anderes als elektrische Funken.

Neben diesen Lichterscheinungen und leisen Einwirkungen auf unser Gehörorgan, welche nach zwergartig kleinem Maaßstabe Vorbilder des Blitzes und des Donners der Gewitter sind, gibt sich die elektrische Kraft, so wie sie ohne künstliche Erregung in der Natur vorkommt, noch durch eine andere Erscheinung kund, die sich im Allgemeinen als eine oscillirende, erschütternde Bewegung bezeichnen läßt, für welche die Nerven eines lebenden thierischen Körpers in vorzüglichem Grade empfindlich sind. Die Berührung eines elektrischen Fisches wirkt auf die Hand und den Arm, wodurch sie geschah, in

so fühlbar erschütternder Weise ein, daß man die Empfindung, welche dabei das heftig zuckende Glied durchdringt, mit einem durch das Innere desselben gehenden Schlage verglichen und als elektrischen Schlag benannt hat. Ein solcher Schlag kann nicht nur betäubend, sondern lähmend wirken; er kann, ebenso wie der Blitz, das von ihm getroffene Thier tödten. Diese Züge jedoch der inneren Uebereinstimmung zwischen dem Wesen des elektrischen Schlages und des Blitzes werden am meisten durch jene künstlichen Vorrichtungen erkennbar, vermittelst welcher der Mensch es vermocht hat, die unsichtbare Strömung der Elektrizität ebenso an einem Punkte anzuhäufen und zu sammeln, als den Strom des Wassers in einem von festen Dämmen umschlossenen Teiche. Es führt uns dieß zur Betrachtung einer anderen Seite der elektrischen Wirksamkeit, woraus sich auch zur Erkenntniß mancher verwandten Gebiete der Naturlehre einiger Gewinn ziehen läßt.

14. Die Leiter und sogenannten Nichtleiter der Elektrizität.

Der Lichtstrahl, der von der Sonne ausgeht, wirkt mit einer Schnelle, welche alle Geschwindigkeit der planetarisch schweren Körper unvergleichbar weit hinter sich läßt, durch den ätherischen Himmelsraum, so wie durch den Luftkreis, der unsere Erde umgibt, so lange dieser klar, von Gewölk ungetrübt ist. So wie die Luft und das reine, stillstehende Wasser sind überhaupt alle durchsichtigen Körper von dem Licht durchwirkbar; sie leiten den Strahl desselben zu unserem Auge, sind mehr oder minder gute Leiter (Fortpflanzer) des Lichtes. Dagegen sind die Metalle, ebenso wie die Kohle, die doch bei ihrem Entflammen selber zu einem Quell des Lichtes zu werden vermag, Nichtleiter des Lichtes: sie sind vollkommen undurchsichtig.

Ganz das Entgegengesetzte zeigt sich uns bei der Elektrizität. Wenn man den elektrischen Schlag, der

von einem Zitteraal ausgeht, mit einer Metallplatte auffängt, welche mit einem langen Metalldrath in Verbindung steht, dann wird in demselben Augenblick der Schlag von einem Menschen empfunden, welcher stundenweit von dem Thiere entfernt seyn kann. Auch jede andere kleine elektrische Anregung pflanzt sich in Blitzesschnelle durch das Metall fort; dieses ist, ebenso wie der durchsichtige Weltraum und wie die Luft für das Licht, so für die Elektrizität ein vollkommen guter Leiter. Wenn man deßhalb einen Zitteraal mit einer metallenen Stange berührt, oder wenn man sonst etwas Metallisches in der anrührenden Hand hält, dann theilt sich der Schlag in sehr gesteigerter Heftigkeit dem Körper mit. Dagegen kann man ein solches Thier, während seiner höchsten elektrischen Spannung, ohne alles Bedenken mit einer trockenen Stange von Glas oder von Siegellack berühren, man wird dann nichts von seinen Schlägen empfinden. Glas, so wie Siegellack, Schwefel, Pech und Harz, Seide und die Gewebe von Katzenhaar hemmen die Fortpflanzung des elektrischen Stromes ebenso, wie Metall und Kohle die Fortpflanzung des Lichtes: sie sind in mehr oder minder hohem Grade schlechte Leiter oder Nichtleiter der Elektrizität, obgleich gerade sie es sind, welche durch Reiben am leichtesten und stärksten selbst elektrisch werden. Man kann sagen, es besteht zwischen der in ihnen liegenden gebundenen, elektrischen Kraft und zwischen der schon wirksam gewordenen, freiströmenden, ein ähnliches Verhältniß wie zwischen jenem Wasser, das durch den Frost zum festen, krystallinischen Eis geworden ist, und dem noch tropfbar flüssigen. Das Eis, obgleich es durch den Einfluß der Wärme so leicht selber fließend gemacht werden kann, bildet dennoch einen Damm, der den Strom in seinem Laufe zu hemmen und sein Gewässer in bestimmten Gränzen anzustauen vermag. Dagegen läßt sich, wie uns dieß bei der Betrachtung der galvanischen Erscheinungen deutlicher werden wird, der Zustand, in welchem sich die auch den

Metallen inwohnende elektrische Kraft befindet, mit einem in beständigem, schnellem Fluß begriffenen Wasser vergleichen; in einem Flusse, der, wie das Bewegen der Luft die Fortpflanzung des Schalles nach dem Orte hin, wohin der Wind fährt, die Fortpflanzung der elektrischen Anregung begünstigt. Daß wir uns übrigens unter einer solchen Kraft nirgends ein Etwas denken dürfen, das in starrer Ruhe stillesteht, sondern ein Bewegen im tiefer verborgenen, inneren Kreise des Daseyns oder im äußerlichen des Wechselverkehres mit andern leiblichen Dingen, daran erinnern wir auch hier im Vorbeigehen.

Auf diese Entdeckung nun, daß namentlich die Metalle zur schnellen Aufnahme wie zur Weiterverbreitung der elektrischen Anregung ganz besonders befähigt sind, während Glas, Pech u. s. w. zwar die Eigenschaft besitzen, durch Reiben, so wie durch andere äußere Einflüsse in elektrische Spannung zu gerathen, weniger aber die, von fremder Anregung ergriffen zu werden und dieselbe weiter zu leiten, gründet sich vornehmlich die Einrichtung der Werkzeuge, an denen sich eine besonders hohe elektrische Spannung hervorbringen so wie gleichsam ansammeln läßt. Zu den Körpern, welche die Elektrizität leiten, gehört auch das Wasser, sowohl da, wo es in zusammenhängender Masse vorkommt, als da, wo es befeuchtend die Erde durchdringt und als Dunst in der Luft schwebt. Dagegen gehört die vollkommen trockene Luft zu den schlechten Leitern oder Isolatoren, eine Eigenschaft, wodurch dieselbe nicht wenig zur Verstärkung und Steigerung der elektrischen Spannung beiträgt, aus der die Erscheinungen des Gewitters hervorgehen.

15. Die Vorrichtungen zum Erzeugen und Ansammeln der Elektrizität.

Die sogenannte Elektrisirmaschine besteht gewöhnlich aus einem runden Cylinder, oder noch besser aus einer Scheibe von Glas, welche in einer drehenden Bewegung erhalten wird, während sich ihre Fläche an mehreren fest

an sie anschließenden Kissen oder Bretchen reibt, welche mit Leder überzogen sind und die das sogenannte Reibzeug bilden. Da sich an der Fläche des um seine Axe schwingenden geriebenen Glases immer nur in dem Maaße die positive Elektrizität entwickeln kann, als in dem Reibzeuge negative Spannung erzeugt wird, muß das Reibzeug mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt werden, damit es die in ihm entstehende Elektrizität immer an diesen abgeben und wieder neu an sich hervorrufen lassen kann. Damit die Spannung so wie die Ableitung vollkommener und leichter bewirkt werden könne, pflegt man gewöhnlich das Leder des Reibzeuges mit einem Amalgama aus Quecksilber, Zinn und Zink zu überziehen; seine Verbindung mit dem Boden wird durch eine metallene Kette hergestellt; das Zerstreuen der Elektrizität der Glasscheibe in die Luft wird durch wachstaffetne, flügelartige Anhänge an das Reibzeug verhütet, welche die Scheibe bei ihrer Umdrehung so weit bedecken, daß nur jener Punkt derselben frei hervorsteht, der zur Mittheilung der Elektrizität an den Conductor bestimmt ist. Dieser, der Conductor, in welchem die bei jeder Umdrehung der Maschine entstandene Anregung festgehalten und durch jeden neu hinzugekommenen Moment gesteigert (gleichsam angesammelt) werden soll, besteht aus einem glattpolirten, zugerundeten, metallenen, oder von einer metallenen Belegung überzogenen Körper, der auf einem Gestell ruht, das durch gläserne Füße oder durch eine andere Unterlage aus einem Stoffe, der sich als schlechter Leiter verhält, isolirt ist. Wenn man statt des Conductors einen andern Körper, selbst einen lebenden Menschen auf den Isolirschemel stellt, dann läßt auch auf diesen die gesammte elektrische Anregung sich übertragen; das Haar sträubt sich büschelförmig empor, aus allen Theilen des Körpers kann man Funken hervorlocken.

Die Spannung der elektrischen Polaritäten läßt sich dadurch an einem ableitenden, als Conductor dienenden

Körper zu einem ganz vorzüglich hohen Grade steigern, daß man nicht nur eine, sondern beide polarisch verschiedene Bewegungen gleichzeitig hervorruft. Dieses gelingt am besten, wenn man eine Glastafel auf beiden Seiten mit Zinnfolie (Stanniol) überzieht, so daß nur ein etliche Finger breiter Rand frei gelassen wird, den man mit einer Auflösung von Siegellack überstreicht. Wenn man jetzt die Belegung (Armatur) der einen Seite mit der Elektrisirmaschine, die andere durch eine ableitende Vorrichtung mit dem Boden in Verbindung setzt, dann kann man die polarische Spannung der beiden Seiten zu einer sehr bedeutenden Stärke erheben. Dasselbe wird erlangt, wenn man eine gläserne Flasche an ihrer äußeren wie inneren Seite mit einem Metallüberzug und nur den Rand der Mündung mit Siegellackauflösung belegt, hierauf die innere Seite mittelst eines zum Boden hinabreichenden, oben in einen Knopf endigenden Metalldrahtes mit dem Conductor einer in Bewegung gesetzten Elektrisirmaschine, die äußere Seite mit der Umgebung in Verbindung setzt. Mehrere solcher Flaschen geben dann, an dem oberen Drahtende mit einander verbunden, eine elektrische Batterie, deren Wirksamkeit eine überaus große und gewaltige werden kann.

Erst durch diese und ähnliche Vorrichtungen ist es der menschlichen Kunst gelungen, die Kräfte des elektrischen Bewegens so ganz in ihre Gewalt zu bekommen, daß ihr dieselben zu einem Gegenstand der genauen, gründlichen Betrachtung werden konnten. Sie vermag es nun, die Erscheinungen des Gewitters wie andere Naturbegebenheiten, die ihren Grund in der elektrischen Spannung haben, in augenscheinlicher Weise nachzuahmen, denn schon der Funke, welcher aus der großen Glasscheibe einer Elektrisirmaschine, noch mehr jener, der bei der Entladung einer elektrischen Batterie entsteht, wirkt gleich dem Blitz mit anzündender, schmelzender, zerschmetternder Gewalt; wirft einen starken Mann zu Boden, theilt einer ganzen Reihe von Menschen, die sich bei der Hand

anfassen, die heftigste Erschütterung mit; ja sie kann, ebenso wie der Blitz, selbst größere Thiere tödten. Ein Conductor, noch mehr eine Batterie von der vorhin erwähnten Art äußert ihre anziehende Kraft auf leichte Körper schon in ziemlich weiter Ferne, und der Berührung mit dem angezogenen Körper folgt alsbald die Abstoßung nach, so daß man durch das Hin- und Herbewegen desselben das sogenannte elektrische Glockenspiel hervorbringt. Auf die Stellung der Magnetnadel wirkt die Elektrizität in diesem verstärkteren Maaße beunruhigend, Schwankungen erregend ein. Leichte staubartige Körpertheilchen, die man auf eine Platte von Glas oder Pech streut, bilden sich, wenn man eine elektrische Ladung über sie ergehen läßt, zu eigenthümlich geformten Zusammenhäufungen; die positive Elektrizität erzeugt bei dieser Gelegenheit büschelförmig ausstrahlende, die negative rundlich zusammengezogene Figuren; die erstere zeigt sich auch hierbei der expandirenden, die andere der contrahirenden Richtung der bildenden Naturkraft verwandt. Ein ähnlicher Unterschied wird schon in der Gestalt der Funken bemerkt, die bei einer starken positiven oder negativen Ladung hervorbrechen.

Bei der Leitung der sogenannten elektrischen Schläge durch Metalldraht und andere gut leitende Körper hat man sich, wenn dieser Versuch in sehr weite Fernen ausgedehnt wurde, überzeugt, daß die elektrische Bewegung nicht bloß in gleicher, sondern in noch größerer Schnelle als das Licht den Raum durchlaufe. Man hat berechnet, daß die Geschwindigkeit der elektrischen Bewegung wenigstens 62,000 Meilen in einer Secunde betragen müsse, daß sie mithin die Geschwindigkeit des Lichtes um das Anderthalbfache übertreffe.

16. Die Gewitter.

Unter den mannigfach verschiedenen Werkzeugen zur Erregung der Elektrizität gibt es auch noch ein sehr einfaches, das aus einer glatten, harzigen Unterlage (dem

Pechkuchen) und einem Deckel besteht, der durch seidene Schnüre, welche hierbei als schlechte Leiter isolirend wirken, emporgehoben werden kann. Dieses Werkzeug ist unter dem Namen des Elektrophors (Elektrizitätsträgers) bekannt. Wenn die harzige Masse der Unterlage vorher, etwa mit einem Fuchsschwanze, gepeitscht wurde, wobei sie negative Elektrizität annimmt, dann regt sie an der unteren Seite des Deckels die entgegengesetzte, positive elektrische Spannung auf, während sich an der oberen Seite desselben eine negative Stimmung kund gibt. Ein gleichzeitiges Berühren des Deckels und des Harzkuchens hat eine stärkere Entladung zur Folge; auch die Berührung des einen oder des anderen allein lockt Funken hervor.

In einer ähnlichen polarischen Spannung wie der Deckel des Elektrophors und seine Unterlage, ja wie die beiden Seiten des Deckels, zeigen sich ohne Aufhören die Oberfläche der Erde und die auf ihr ruhende atmosphärische Luft; ja sogar zwischen den einzelnen, oberen und unteren Schichten des Luftkreises findet eine solche Entgegensetzung der elektrischen Polaritäten statt. Ueberall, wo sich Dünste aus dem Wasser oder aus dem feuchten Boden erheben, wo beim Wachsthum der Pflanzen die flüssigen Stoffe in die Form der festeren übergehen, das Feste in ein Flüssiges sich verwandelt, entsteht eine mehr oder minder starke elektrische Spannung; könnte man die Elektrizität, die auf einem mäßig großen Kornfelde oder auf einer grünenden und blühenden Wiese unter den Vorgängen des Wachsthums wirksam wird, in einen Conductor auffassen, dann würde sich mit derselben eine Batterie laden lassen, deren Schläge mit fast blitzähnlicher Gewalt große Thiere tödten, Metalldrähte zum Glühen und Schmelzen bringen könnten. Aber diese polarischen Spannungen gleichen sich zum Theil in demselben Augenblick, in dem sie entstunden, wieder eine an der andern aus, und dieselbe unmerkliche Entladung

und Entspannung findet auch in der Regel zwischen der Erdfläche und ihrem Luftkreise statt.

Wie man dieß schon im Kleinen an jeder Elektrisirmaschine, namentlich an der Einrichtung sehen kann, durch welche die Elektrizität des Reibzeuges aufgefaßt und zum Boden abgeleitet wird, sind es vorzüglich die Spitzen, die nach oben frei hervorstehenden Enden hoher Körper, welche die Elektrizität der Luft, die bei gelindem Ost- und Nordwind mehr von positiver, bei herrschendem West- und Südwind mehr von negativer Art ist, zum Boden ableiten. Dasselbe thut auch schon der niederfallende Thau, überhaupt jeder Niederschlag von wässerigen Dünsten aus der Atmosphäre. Dennoch ist diese unmerkliche Ausgleichung des polarisch-elektrischen Gegensatzes nicht immer hinreichend, um das Entstehen jener mächtigen Spannungen zwischen Erde und Luft, so wie zwischen den einzelnen Schichten des Dunstkreises zu verhüten, woraus die Erscheinungen des Gewitters hervorgehen. Wenn in den heißen Tagen des Sommers aus der salzigen Meeresfluth, oder aus dem Erdboden, vor Allem da, wo dieser mit grünenden Pflanzen bedeckt ist, die Dünste emporsteigen, welche in bedeutender Höhe dem dort schwebenden Gewölk ihre positive Elektrizität mittheilen, dann ist die erste Veranlassung zum Entstehen eines Gewitters gegeben. Die trockene Luft ist in ähnlicher Weise ein schlechter Leiter als Siegellack oder Glas; durch sie wird die positiv elektrische Wetterwolke von dem negativ gestimmten Erdboden isolirt, ebenso wie an den Leidner Flaschen (nach S. 153) oder an dem Deckel und an dem Pechkuchen eines Elektrophors. Regt jedoch die positiv elektrische Spannung der einen Wolkenschicht in einer nachbarlich über ihr gelegenen, durch den trockenen Luftstrom abgegränzten Wolke die negative Elektrizität auf, und die Spannung zwischen beiden kann sich so hoch steigern, daß, wenn jetzt aus dem Nebeldampf des Gewölkes ein wässeriger Niederschlag sich herabsenkt, der die zwischenliegende Luft

feucht und hierdurch zu einem Leiter der Elektrizität macht, statt der knisternden Funken unserer Elektrisir-maschinen ein Blitz mit lautem Donner von einer Wolke in die andere fährt. Auch die zwischen der Erdfläche und den Wetterwolken liegende Luft verliert jetzt allmählig ihre Trockenheit; sie wird der Leitung fähig und alsbald beginnt die Entladung der positiv elektrischen Gewölke hinab nach dem Boden, an welchem vor Allem jene Punkte und Gegenstände von dem Blitz getroffen werden, welche die Elektrizität besser ableiten als andere in ihrer Nachbarschaft befindliche Gegenstände.

Die Blitzableiter, als metallene Spitzen, welche mit einem bis in den feuchten Boden oder in das Wasser hinabführenden Metallgestänge oder Draht in Verbindung stehen, können in dieser Weise allerdings ihrer Nachbarschaft einen Schutz gegen die Beschädigung durch den Blitz gewähren; doch reicht auf einem lang ausgedehnten, hohen Kirchendach nicht einer allein hin, sondern mehrere von ihnen müssen in einer nicht sehr großen Entfernung beisammenstehen. Außer der unmittelbar ableitenden Wirksamkeit der Blitzableiter bei dem Ausbruch heftiger Gewitter, scheinen diese auch geeignet, schon von vorn herein die Stärke solcher Ausbrüche zu mildern, indem sie noch vor der gewaltigen, in Blitz und Donner sich kund machenden Entladung eine sanftere und unmerkliche Ausgleichung der polarischen Spannung einleiten. Denn schon dann, wenn die Wetterwolken noch in ferner Höhe schweben, ja selbst bei heitrer Luft, bemerkt man deutlich, daß in die metallenen Spitzen, die man an hohen Stangen anbrachte und mit Metalldrähten bis herab zum Boden versah, Elektrizität herabströme, in solcher Kraft, daß einst ein berühmter Naturforscher, der vor dem Ausbruch eines Gewitters die Elektrizität eines ähnlich eingerichteten Ableiters untersuchen wollte, durch den Schlag der Entladung getödtet wurde. Auch Bäume, so wie thierische Körper, namentlich wenn die letzteren in schneller Bewegung und innerer

Aufregung der Lebenskräfte sind, wirken anziehend (ableitend) auf die elektrische Strömung der Atmosphäre ein, daher es sehr zu widerrathen ist, bei Gewittern seine Zuflucht unter das schirmende Zweigdach hoher Bäume zu nehmen. oder in ängstlicher Aufregung schnell zu laufen.

Der niederstürzende Regen der Gewitter leitet zwar die elektrische Strömung herab zum Boden, zugleich aber bahnt er derselben nach so vielen Punkten hin einen unmerklicheren Ausweg der Entladung, daß auch er zur Milderung der Heftigkeit der polarischen Spannung das Seinige beitragen kann.

Zuweilen fährt der Blitzstrahl bei seinem Einschlagen in Häuser durch und über Holzwerk so wie andere brennbare Körper, ohne dieselben zu entzünden, während andere Male auf sein Einschlagen sogleich das Hervorbrechen der Flamme folgt. Auch im ersteren Falle behält er übrigens gleich einem mächtig verstärkten elektrischen Schlage seine zerschmetternde Wirksamkeit bei, und daß er nicht zündete, das scheint auf ähnlicher Ursache zu beruhen wie die scheinbare Kraftlosigkeit des elektrischen Funkens einer starken Batterie, wenn derselbe, durch den man doch manche Metalldrähte zum Glühen und Schmelzen bringen kann, durch Schießpulver, dessen Kohle ein besonders guter Leiter ist, hindurchfährt, ohne dasselbe zu entzünden, was augenblicklich erfolgt, wenn man ihn durch eine weniger gut leitende, angefeuchtete Schnur, wodurch sein Lauf verspätet und gehemmt wird, nach dem Pulver hinfahren läßt.

17. Der Galvanismus.

An das, was wir so eben von dem Verhalten der Kohle des Schießpulvers gegen den elektrischen Funken einer sehr starken Batterie sagten, erinnert in gewisser Hinsicht das Verhalten der vorzüglichst gut leitenden Körper, der Metalle, gegen die Elektrizität überhaupt. Während man vormals nur solche Stoffe, welche, wie

Glas, Bernstein, Siegellack durch das Reiben, oder solche, welche durch das Erwärmen die Fähigkeit erhalten, leichte Körper anzuziehen, und, wenn diese die gleichartige Spannung empfangen haben, sie wieder abzustoßen, als die eigentlich- oder selbst-elektrischen (idioelektrischen) ansah, die Metalle aber nur als Körper betrachtete, welche die elektrische Anregung schnell von einem Punkte zum andern überführen (leiten) können, hat sich hierüber in neuerer Zeit eine ganz andere Ansicht geltend gemacht. Auch an den Metallen läßt sich, und zwar ganz vorzüglich leicht, eine elektrische Spannung hervorrufen; doch muß der anregende Körper von eigenthümlich verwandter, tiefer in das Wesen des Metalles eingreifender Art seyn. Die Metalle sind, wie wir dieß später sehen werden, nicht so vielfach zusammengesetzte Körper wie das Glas, wie Harz und Siegellack, sondern sie gehören zu den einfachen Grundstoffen; wo ein solch uranfänglicher Grundstoff mit dem andern in Berührung und Wechselwirkung tritt, da am meisten gibt sich die metallisch-elektrische Anregung kund.

Zwei metallene Platten, die eine etwa von Zink, die andere von Kupfer, an Siegellackstangen festgeklebt, dürfen nur auf einen Augenblick mit einander in Berührung gebracht und dann getrennt werden, und alsbald verräth der Zink eine positiv, das Kupfer eine negativ elektrische Spannung. Unter allen Metallen zeigt sich bei solcher Gelegenheit das Zinkmetall am meisten geneigt positiv, Platina, Gold und Silber negativ elektrisch zu werden, noch stärker aber tritt, in Berührung mit Zink und nächst diesem mit Blei, Zinn und Eisen, die negative Spannung hervor an der Kohle und an dem Reißblei oder Graphit, der auch seinem Bestand nach nichts Anderes ist als Kohle. Jene polarische Spannung, welche die bloße wechselseitige Berührung der verschiedenen Metalle hervorruft, wird dadurch noch viel höher gesteigert und bleibender gemacht, daß man der elektrischen Wirksamkeit der Grundstoffe Gelegenheit verschafft, sich mit der chemischen (da-

von wir später reden wollen) zu verbinden. Dieses geschieht dadurch, daß man auf eine Platte von Kupfer eine Platte von Zink, hernach auf diese einen an Form oder Größe den Platten ähnlichen Lappen legt, der mit einer Auflösung von Salz oder Salmiak befeuchtet ist. Auf diesen befeuchteten Körper legt man abermals eine Kupfer-, dann eine Zinkplatte, dann wieder den angefeuchteten Zwischenkörper, und so wiederholt man, so viel man kann oder will, die Aufeinanderfolge des metallischen Bauapparates, den man, um ihn zu isoliren, gewöhnlich zwischen vier Glasröhren zur Form einer Säule (die nach ihrem Erfinder die Volta'sche genannt wird) aufthürmt, welcher jedoch, wie leicht begreiflich, dieselbe Kraft und Wirksamkeit behält, sey es nun, daß man ihn in liegende Stellung versetzte, oder daß man senkrecht ihn aufstellte.

Wenn man an das oberste Ende einer solchen Volta'schen Säule, welches man, wegen der Lage der Platten und nach der eigenthümlichen polarischen Spannung, die jede derselben annimmt, das Zinkende oder das positiv elektrische nennen kann, und ebenso an das untere negative Kupferende einen Metalldraht anbringt, dann kann man, indem man den einen Draht mit der äußeren, den andern mit der inneren metallischen Belegung einer Leidner Flasche, oder einer aus vielen solchen Flaschen zusammengesetzten Batterie in Berührung setzt, diese auf dieselbe Weise, und zwar in sehr starkem Maaße laden, als durch die Mittheilung der elektrischen Anregung einer Glasscheibe oder eines Glascylinders vermittelst der Reibung.

Es ist, wie wir sehen, ein wesentliches Gesetz bei der Wirksamkeit sowohl der magnetischen als der elektrischen Spannung, daß ein kräftig hrrvortretender positiver Pol in seiner nächsten, für eine solche Polarisation empfänglichen Umgebung einen negativen, und umgekehrt ein negativer Pol einen positiven hervorrufe. Unter dem elektrischen Einfluß einer starken Volta'schen Säule

wird noch deutlicher und augenfälliger, als durch das schnell vorübergehende Hineinblitzen einer gewöhnlichen elektrischen Entladung ein solches Hervortreten des entgegengesetzten Poles in dem Stoffe bewirkt, mit welchem der eine und mit welchem der andere Polardraht der Säule in Verbindung gebracht ist. Dabei gibt sich aber die positive oder negative Spannung nicht bloß, wie bei der gewöhnlichen elektrischen Anregung, an der Oberfläche des Körpers kund, sondern dieser wird, wenn er sich in flüssigem Zustande befindet und wenn er (wie nach dem Cap. 27 und 30 dieses Abschnittes) gleich dem Wasser aus mehreren Grundstoffen zusammengesetzt ist, in diese seine Elemente zerlegt, und zwar so, daß das eine Element (bei dem Wasser das Sauerstoffgas) sich an dem Platinadraht des Zinkendes der Säule, das Wasserstoffgas aber, oder die brennbare Luft, am Platinadraht des andern, des Kupferendes, entbindet und in der Form von Bläschen anhäuft, so daß beide Luftarten, vermöge ihrer Leichtigkeit im Wasser emporsteigend, sich ansammeln lassen. Von dieser chemisch zersetzenden, in unmerkbarer Weise polarisirenden Eigenschaft der Metallelektrizität, oder der Elektrizität überhaupt, wird später noch öfter die Rede seyn, denn jene Eigenschaft hat zu großen Entdeckungen im Gebiete der Scheidekunst oder der Chemie geführt. Auch gewährt das in der That einen Anblick, welcher Verwunderung erregt, wenn man die Polardrähte einer Volta'schen Säule in die beiden Enden einer hufeisenförmig krummgebogenen Glasröhre ausgehen läßt, darinnen sich nach jenen beiden Enden hin Wasser, in der Mitte aber zwischen diesen zwei Portionen des Wassers ein anderer, die Elektrizität leitender Stoff befindet, der dieselben so gut als möglich von einander abschließt. Wenn dann die beiden Pole der Säule durch ihre Drähte zu wirken anfangen, dann entwickelt sich aus dem Wasser des einen Endes bloß Sauerstoffgas, aus dem des andern blos Wasserstoffgas. Und zwar gerade in dem Verhältniß, in

welchem diese beiden Elemente im Wasser vereint sind, nämlich den Maaßtheilen nach wie 1 zu 2, indem sich aus dem Wasser, darein der Zinkpol getaucht ist, etwa ein Cubikzoll Sauerstoffgas, aus jenem, darein der Kupferpol endigt, zwei Cubikzoll Wasserstoffgas entbinden, obgleich die Flüssigkeiten der beiden Seiten so gut von einander abgesperrt sind, daß im gewöhnlichen Zustande, wobei wir Flüssigkeiten und Luftarten in gut verstöpselten Flaschen verwahren oder durch eine andere, schwerere Flüssigkeit abschließen, keine Gasart von dem einen Ende der Röhre nach dem andern hinüberkommen könnte. Wenn man den Versuch so anstellt, daß man entweder in zwei Röhrchen, die mit einem mittleren durch feuchte Zeugstreifen in Verbindung gesetzt sind, oder in die beiden Enden der gebogenen Glasröhre die Auflösung eines Körpers bringt, der aus einer Säure und einem laugensalzartigen Elemente besteht, dann in die Mitte eine farbige Flüssigkeit, welche durch die kleinste Beimischung von Säure oder Laugensalz ihre Farbe (wie dies bei der Lakmustinktur der Fall ist), oder ihr Mischungsverhältniß verändert, und welche von den beiden Portionen der Auflösung durch wohlverschließende Scheiben von Korkstöpseln abgesperrt ist, dann sieht man, wie sich um das Polarende der Zinkseite die Säure in ihrem reinen, abgeschiedenen Zustande ansammelt, während bei dem Drath des Kupferpoles das Laugensalz allein, verlassen von seiner Säure, zurückblieb. Wenn nun in diesem Falle eine Wanderung der Säure von dem einen Ende des Behältnisses nach dem andern stattgefunden hat, dann ist der Weg dieser Wanderung durch die mitten inne gelegene Mischung gegangen, ohne auf dieselbe in der sonst eigenthümlichen Weise einzuwirken.

Man kann allerdings hierbei an das vorhin erwähnte Verhalten des elektrischen Funkens einer starken Batterie erinnern, wenn dieser durch das Schießpulver hindurchfährt, ohne zu zünden, noch besser aber an das Licht,

wenn seine Strahlen ungehemmt durch das Glas oder den dichten Bergkrystall hindurchwirken, oder an den Magnet, dessen anziehende Kraft auf das Eisen durch die Platte von Stein oder Holz, welche dazwischen liegt, nicht gehemmt wird, obgleich wir es bei der Versetzung der Säure und des Laugensalzes von einem abgetrennten Punkte zum andern nicht mit Naturkräften allein, sondern mit Stoffen zu thun haben. Kann selbst ein leiblicher Stoff mitten durch einen andern so geführt werden, als wäre der letztere gar nicht vorhanden, weil sich eine Kraft mit dem Stoff überkleidet hat, die von höherem Wesen ist als die Welt des Körperlichen, wie viel mehr darf man es dem Wesen der Seele, darf man es der Kraft des Geistes zutrauen, daß sie mit ihren Schöpfungen und Wirkungen gleichsam durch die verschlossenen Thüren der leiblichen Gestaltungen und Hüllen hindurchgehen, und bald hier, bald dort sich kund geben können. Wenn zwei Freunde, der eine in Straßburg, der andre in Paris wohnten, und Jeder von Beiden hätte auf seinem Schreibtische einen elektrischen Telegraphen stehen, der so eingerichtet ist, daß jede elektrische, oder, wie wir im nächsten Capitel sehen wollen, eigentlich elektromagnetische Entladung eine Bewegung von kleinen Magnetnadeln bewirkt, die dabei durch das Anschlagen an kleine Glöckchen einen hörbaren Ton hervorrufen, und wenn diese beiden Telegraphen durch einen Metalldraht in Verbindung gesetzt wären, dann könnte der eine Freund dem andern eben so gut seine Gedanken mittheilen, als ob sie beide zusammen in einem Zimmer säßen. Denn in demselben Augenblick, in welchem sein Freund in Straßburg seine elektrische Vorrichtung in Wirksamkeit setzt, vernimmt der in Paris die Töne, deren Zahl und Abstufung die Buchstaben der Worte bedeuten, die der eine gegen den andern aussprechen möchte. Ja wenn die beiden Freunde noch etwas weiter von einander entfernt wären als der Mond von der Erde, würde dennoch in derselben Secunde, in der die

Anregung von dem einen Orte ausgieng, das Glöckchen am andern Orte zu dem Ohr des Freundes sprechen.

Dieß vermag schon die Kunst des Menschen, indem sie den grobleiblichen Stoff des einen Metalles mit dem andern in elektrisch-polarische Beziehung setzt; wie viel mehr mag da jede Entfernung, jede Sonderung durch leibliche Mittelglieder ohne Einfluß bleiben, wo nicht Metall auf Metall, sondern Geist auf Geist wirkt.

In der Regel geht die Bewegung unserer Glieder von einer Anregung in den Nerven aus, welche durch den Willen der Seele hervorgebracht wird. Das, was in diesem Falle die Seele thut, das kann in gewissem Maaße auch durch die Elektrizität bewirkt werden. Dieses führt uns zu der Betrachtung einer andern Eigenschaft, namentlich der Metallelektrizität, welche, obgleich keine sehr ausgezeichnete, zu der besondern Benennung der letzteren die Veranlassung gegeben hat. Galvani, ein Professor der Anatomie in Padua, bemerkte im Jahr 1790 zufällig, als er den zerschnittenen Körper eines so eben getödteten Frosches an einen kupfernen Haken gespießt hatte, und diesen an einen eisernen Haken aufhängen wollte, daß die todten Glieder des Thieres in lebhaft zuckende Bewegung geriethen, sobald das Kupfer mit dem Eisen in Berührung kam. Das Zusammenziehen der Glieder wiederholte sich bei jeder neuen Berührung der Metalle und ließ nach, wenn diese Berührung entweder auf längere Zeit ununterbrochen fortdauerte, oder wenn sie ganz aufgehoben wurde. Von dem Entdecker dieser Wirkung der elektrischen Spannung, die bei der Berührung verschiedenartiger Metalle entsteht, empfieng dann das ganze Gebiet der Erscheinung der Metallelektrizität den Namen des Galvanismus.

18. Der Elektromagnetismus.

Die vielfache Uebereinstimmung, welche sich zwischen den Erscheinungen des Magnetismus und der Elektrizität zeigt, hatte schon seit längerer Zeit zu der Ver-

muthung geführt, daß auch in dem Wesen dieser beiden Naturkräfte eine große Uebereinstimmung herrschen möge. Man hatte, wie schon erwähnt, die Bemerkung gemacht, daß der Blitz den eisernen Geräthschaften, Messern, Gabeln u. s. w., eines Schiffes, in das er einschlug, magnetisch anziehende Kräfte mittheilte. Von den Magnetnadeln, welche sich im Schiffe befanden, waren einige stärker, andere schwächer polarisch geworden, als sie vorher gewesen, und wenn man den Versuch im Kleinen anstellte, dann konnte man sich leicht davon überzeugen, daß eine starke elektrische Entladung bei ihrem Hindurchfahren in einigen Fällen einer Magnetnadel ihre ganze polarische Kraft rauben, in andern aber auch eine vorher nicht magnetische Stange oder Nadel magnetisch machen könne. Jede elektrische Anregung wirkt, wie bereits erwähnt, auf die Stellung einer Magnetnadel verändernd ein. Die Polardrähte einer Volta'schen Säule ziehen, so lange die elektrische Strömung durch sie hindurchgeht, ebenso wie ein Magnet das Eisen an, wobei z. B. zwei Eisenfeilspäne sich in der ganzen Länge desselben gleichmäßig über den Draht anlegen, was bei der Anziehung derselben durch die Magnetnadel nicht stattfindet.

Wenn die magnetische Anregung in einigen Fällen den Magnetismus im Eisen hervorruft und erzeugt, in anderen Fällen den schon vorhandenen vernichtet, dann beruht diese Verschiedenheit ihrer Wirkung ganz auf der Verschiedenheit der Richtung, welche die elektrische Strömung durch das Eisen oder durch den Magnetstab nahm. Ein Stab von Stahl empfängt dann in ganz augenfälliger Weise magnetische Eigenschaften, wenn man einen elektrischen Strom nicht der Länge, sondern der Quere nach über ihn hinleitet, und je mehr solcher Ströme über ihn hingehen, desto stärker wird seine magnetische Kraft. Umgekehrt scheint ein starker elektrischer Schlag, welcher der Länge nach durch ihn streicht, die eigenthümliche Polarisation des Magnets zu schwächen.

Die erstere Beobachtung gab in der Naturlehre zu einer überaus folgenreichen Entdeckung Anlaß. Man hat ein noch nicht magnetisches Eisen, dem man Stab- oder Hufeisenform gab, seiner Quere nach mit einem Metalldraht (etwa von Kupfer) umwickelt, nachdem man vorher den Draht selber stark mit Firniß oder mit Seidenfäden überzogen, oder auch das Eisen in eine Glasröhre gebracht hatte, um die man außen den Draht in schraubenförmigen, sich nicht ganz nahe liegenden Windungen herumführte. Wenn man jetzt die Enden des Drahtes mit den Polen einer kräftig wirksamen Volta'schen Säule in Verbindung brachte, dann ergoß sich die elektrische Anregung gleichsam in eben so vielen Strömungen über das Eisen, als Windungen des Drahtes vorhanden waren, ohne unmittelbar von einer Windung auf die andere überspringen zu können, weil der Firniß, die Seide, das Glas u. s. w. das Hindurchwirken der Elektrizität, nicht aber das des Magnetismus hemmen und verwehren. Denn nur durch eine dazwischen liegende eiserne Platte wird der Einfluß, den ein Magnet auf die Stellung und Bewegung einer in seine Nähe kommenden Magnetnadel hat, gestört, nicht aber durch Glas und durch andre sogenannte Nichtleiter der Elektrizität, durch welche sein Fortbewegen eben so wenig gehindert wird als das des Lichtstrahles von einem durchsichtigen Glase.

Wir beschreiben nun den so eben erwähnten Versuch weiter. Es ist vor Allem die Stärke, so wie die Menge der elektrischen Strömungen, nicht die Beschaffenheit des zu magnetisirenden Eisens, was diesem Metall seine magnetische Polarisation mittheilt. Wenn die elektrische Strömung aus den Polarenden der Volta'schen Säule eine Zeit lang im Laufe der Drahtwindungen über das Eisen sich ergossen hat, dann gewinnt dieses eine tragende Kraft für andres Eisen, welche das Maaß der Anziehung, das man an andern natürlichen, oder auf bisherige Art künstlich bereiteten Magneten beobachtet hat, ungemein

weit übertrifft. Die stärksten natürlichen Magnete, welche man kennt, sind im Verhältniß zu ihrer Masse jene kleinen, welche, obgleich sie selber der Beschreibung nach nur etwa den achten Theil eines Quentchens wogen, dennoch ein Gewicht von nahe fünf Quentchen an Eisen trugen. Die stärksten Magnete von gewöhnlicher Art vermögen, wenn sie selber mehr als ein Pfund wiegen, kaum das zehnfache Gewicht festzuhalten, ja der berühmte Magnet in Harlem, der mit seiner stählernen, seine Kraft verstärkenden Armatur 307 Pfund wiegt, kann doch immer nur 230 Pfund Gewicht mit seiner Ziehkraft tragen. Dagegen hat man in der eben erwähnten Weise durch die elektrische Strömung selbst dem weichen Eisen eine magnetische Tragkraft mitgetheilt, welche das Maaß des eigenen Gewichts fast 160 Mal übertraf.

Aber diese verhältnißmäßig riesenhafte magnetische Kraft erscheint dennoch nicht als etwas Bleibendes an dem Gußeisen, das man zum Versuch anwendete. Sobald man die elektrischen Strömungen, die durch die Windungen des Drahtes giengen, aufhören läßt, indem man den Magnet aus der Verbindung mit der Volta'schen Säule hinwegnimmt, sieht man deutlich, wie seine tragende Kraft sich allmählig vermindert und, in den meisten Fällen, nach einiger Zeit ganz verschwindet. Die Stahlstäbe jedoch, welche man mit dem durch die Elektrizität magnetisch gewordenen Eisen, während dieses in seiner stärksten Anregung war, in gewöhnlicher Weise bestreicht, behalten ihre magnetische Kraft auf längere Zeit. Namentlich kann man sich aus ihnen ganz besonders starke, andauernde Magnete bereiten, wenn man sie in glühendem Zustande mit jedem ihrer Enden an den Pol eines starken Elektromagnetes anlegt, und in dieser Stellung sie in kaltem Wasser ablöscht.

Der Elektromagnete hat man sich auch vorzugsweise bedient, wenn man in der vorhin S. 163 erwähnten Weise elektrische Telegraphen einrichten wollte. Wenn

der Nordpol eines solchen Magnets in Berührung mit dem Verbindungsdrahte gesetzt wird, dann bewirkt derselbe an den Magnetstäbchen des Telegraphen eine Abweichung von der Richtung nach der einen, der Südpol eine nach der andern Richtung hin, und das eine Mal geben die Glöckchen zur Rechten einen tieferen, das andere Mal die zur Linken einen höheren Ton an; und durch diese verschiedenartigen, von der einen zur andern Seite gehenden Bewegungen wird sogar eine Art von Schreibzeug in Thätigkeit gesetzt, das aus dem schnabelförmigen Ende einer dünnen Glasröhre ein Tröpflein dunkler Oelfarbe jetzt höher, dann tiefer (je nach der durch die Drehungen des Magnetes bestimmten Stärke der Entladungen) auf ein durch Linien bezeichnetes Papier aufträgt, welches durch ein Uhrwerk in immer fortrückender Bewegung erhalten wird.

19. Die Wärmeerzeugung durch die Elektrizität.

Ueber diesen Gegenstand haben wir hier freilich nur Weniges zu sagen, weil das Meiste, das daher gehört, schon im Vorhergehenden erwähnt worden ist; dieses Wenige aber ist wegen der Folgen, die sich aus ihm, selbst für die Geschichte des Erdkörpers, noch mehr aber für das bessere Verständniß des Wesens der Elektrizität wie der Wärme und des Lichtes ziehen lassen, desto wichtiger und bedeutender.

Zu den ersten und gemeinsten Anzeigen einer so eben entstehenden, oder einer sich ausgleichenden elektrischen Spannung gehören die Erscheinungen des Lichtes. Das schwächere oder stärkere Leuchten, das beim Reiben, Zerstoßen und Zerschlagen fester Körper entsteht, die Funken, die das Fell einer lebenden Katze beim Streicheln von sich gibt, gehören eben sowohl in die Reihe der elektrischen Lichterscheinungen als der Blitz. An den Funken und kleinen Lichtblitzen der Elektrisirmaschinen und Batterien kann man deutlich bemerken, daß ihre Größe so wie ihre Ausdehnung (ihre Schlagweite) von dem Zu-

stand, namentlich von der geringeren oder größeren Dichtigkeit der Luft abhängig sey. Je verdünnter die Luft ist, in welcher die elektrische Entladung geschieht, desto länger dehnt sich der Funke, in desto weitere Entfernung kann man die Polarenden einer elektrischen Vorrichtung aus einander stellen, ohne daß die Entladung gehindert wird; je mehr man dagegen die umgebende Luft durch Zusammenpressen in einer Glasglocke verdichtet, desto näher muß man die Polarenden zusammenrücken und desto stärkere Spannung muß man erregen, wenn die Entladung erfolgen soll. Zugleich aber unterscheiden sich die Entladungen in dichterer Luft durch eine kräftiger erschütternde Wirksamkeit, sie sind von einem lauteren Geräusch begleitet, haben eine stärker zündende Kraft.

Im Großen haben wir das Beispiel einer mit starker Lichtentwicklung verbundenen, dabei aber geräuschloseren, sanfteren Entladung an dem sogenannten Wetterleuchten. Allerdings entsteht dieses zuweilen durch den Wiederglanz der Blitze eines fernen Gewitters, das unter dem Horizont stehet, an Wolken, welche sich über unserem Horizont, nahe am Saume desselben befinden; häufig aber rührt es auch von den elektrischen Entladungen her, welche zwischen den ganz hoch in den dünneren Luftschichten schwebenden Wolken stattfinden. Diese Erscheinung ist geräuschlos, von keinem Donner begleitet, ebenso, wie wir andre Male einen Donner hören, ohne dabei einen Blitz zu sehen, weil die Entladung aus einer höheren Wolkenmasse in die dichtere, tiefere erfolgte, durch die letztere aber unserem Auge verdunkelt und verhüllt wurde.

Mit der Entwicklung des Lichtes ist in vielen Fällen auch die der Wärme bei den elektrischen Entladungen verbunden. Der Blitz zündet nicht nur brennbare Körper an, sondern er schmelzt auch die Metalle, über und durch welche er hinfährt, ja, wie die sogenannten Blitzröhren beweisen, welche beim Einschlagen des Wetters in sandigen Boden sich bilden, selbst den schwer schmelz-

baren Quarz. Die geschmolzene Vergoldung, womit ein Thurmknopf belegt war, wurde in einem bekannten Falle durch die Kraft des Blitzes heruntergeführt auf das metallene Zifferblatt der Uhr, an welchem es eine streckenweise Vergoldung bildete; Silber und Eisen fand man in andern Fällen durch den Blitz zusammengeschmolzen.

Die Funken, welche aus den genäherten Polarenden einer großen Volta'schen Säule hervorbrechen, sind kürzer, in andrer Beziehung aber, namentlich auf Wärmeentwicklung und chemische Zersetzung, kräftiger wirksam als die Funken, welche durch Reibung bei gewöhnlichen Elektrisirmaschinen erzeugt werden. Während die Länge des Lichtblitzes oder des elektrischen Funkens bei der großen Teyler'schen Scheibenmaschine zu Harlem 24 Zoll beträgt, erstreckt sich dieselbe an den Polarenden des großen Londoner Säulenapparates, der aus 2000 Plattenpaaren von 32 Quadratzoll Oberfläche besteht, in einer Luftumgebung von gewöhnlicher Dichtigkeit nur auf den 30sten Theil eines Zolles, und dehnt sich nur in sehr verdünnter Luft bis auf 4 Zoll aus. Dagegen kann man schon durch die elektrische Strömung einer unvergleichbar viel schwächeren, gewöhnlichen Volta'schen Säule eine Wärme hervorbringen, durch welche Platinadrähte in fortwährendem Glühen erhalten werden. Gibt man diesen Drähten eine ringförmige Beugung und setzt in diesen Ring einen kleinen Schmelztiegel, dann kann man in diesem viele Arten der Metalle zum Fließen bringen. Wenn man an jedem Polarende einer Volta'schen Säule oder eines Trogapparates ein Stück gut leitende Kohle ansetzt, dann fangen beide an zu glühen, und dieses Glühen dauert, auch wenn jetzt die Entladung in einigem Abstand von denselben fortgesetzt wird, in solcher Stärke fort, daß die Augen, wie von der Helle des Sonnenlichtes, davon geblendet werden. Wenn man bei dieser Gelegenheit zwischen die beiden Kohlenstücke schmelzbare Substanzen, etwa Metalle, bringt,

dann werden diese fließend, ja an der vorhin erwähnten Londoner Riesensäule ist die Hitze des elektrischen Stromes, der von einem Stück der glühenden und dabei doch nicht eigentlich brennenden Kohle zum andern geht, so groß, daß, wenn man ein Stück Kalkstein, Quarz, und selbst Sapphir zwischen sie hineinbringt, diese im gewöhnlichen Feuer so beständigen Körper in Dampf verwandelt werden.

Bei Gelegenheit dieser Glühungs- und Schmelzungsversuche durch den elektrischen Strom der Volta'schen Säulen hat man eine Beobachtung gemacht, aus der sich manche Folgerungen ziehen lassen, die uns später von Wichtigkeit seyn werden. Die Wärme steigert sich um so höher, je größer der Widerstand ist, den die Strömung in ihrem Verlauf von einem Pol zum andern zu überwinden hat. Wenn deßhalb ein Polardraht aus abwechselnd an einander gelötheten, gleich starken Stücken von Platin- und Silberdraht besteht, dann werden durch einen Strom von großer Stärke nur die Platina-, nicht die Silber-Einsatzstücke glühend. Ist der Polardraht in derselben Weise aus Eisen und Platina zusammengesetzt, dann wird das Eisen früher glühend als die Platina. Wenn man aber genauer nach dem Grunde dieses verschiedenartigen Verhaltens forscht, dann bemerkt man, daß Silber ein besserer Leiter für die elektrische Strömung sey als Platina, diese aber wieder ein besserer als Eisen. Man erinnere sich hierbei an das oben (S. 158) erwähnte Verhalten eines starken elektrischen Funkens zu der gut leitenden Kohle des Schießpulvers.

Auch eine andere, hieher gehörige Beobachtung verdient erwähnt zu werden. Man richtete an einem starken metall-elektrischen Apparat die Entladung so ein, daß die Polardrähte sich kreuzten, ohne einander zu berühren. Alsbald zeigte sich ein Lichtstrom, der an der Kreuzungsstelle der Drähte von einem derselben zum andern gieng, und hierbei wurde von dieser Stelle an bis zu seinem Ende jener Draht, der dem positiven

Pol angehörte, so glühend, daß sein Metall erweichte, während der Draht des negativen Poles gar nicht warm wurde. Wenn man krystallisirte Metalle, wie Spießglanz, Wismuth, Zink, unter sich oder mit einem nicht krystallisirten, wie z. B. gehämmertem Kupfer, verbindet, dann erleiden dieselben an der Verbindungsstelle durch einen mäßigen elektrischen Strom gar keine Veränderung der Temperatur, ja ein noch schwächerer bewirkt sogar eine Erkaltung derselben, während diese Körper durch einen über das gewöhnliche Maaß verstärkten Strom allerdings auch warm werden. Bei den Entladungen, die durch eine Reihe von besser und schlechter leitenden Körpern gehen, tritt im Ganzen eine merklichere Erhöhung der Temperatur ein, wenn die Strömung von dem positiven nach dem negativen Pole von schlechter leitenden Stoffen auf besser leitende übergeht, als wenn sie umgekehrt von besser leitenden in schlechter leitende ihre Richtung nimmt. Auch hierin zeigt sich der positive Pol als jener, von welchem die Wärmeerzeugung vorzugsweise ausgeht.

Nach diesem Allem haben wir in der Wirksamkeit der elektrischen Polaritäten einen Quell von Licht und Wärme von ganz besonderer Art erkannt. Der Platinadraht glühet mit hellem Scheine, ohne im mindesten sich zu verzehren; nach tausendfältig wiederholten Versuchen bleibt er an Gewicht und Gestalt noch derselbe, der er war. Bei jedesmaliger Berührung und Trennung von verschiedenartigen Metallen, oder beim Reiben der Glasscheibe, erwacht eine elektrische Anregung, die sich auf andre Körper durch Leitung übertragen und in diesen ansammeln läßt, ohne daß der Quell, aus dem sie kamen, jemals abnimmt. Selbst von der Kohle, welche man, als einen der besten Leiter für Elektrizität, nach einem vorhin erwähnten Versuch an den Polarenden einer Volta'schen Säule anbringt, kann man, wenn sie durch die elektrische Strömung sehr starker Säulen mit sonnenartigem Lichte glüht, nicht eigentlich sagen, daß

sie brenne, obwohl ihre kleinsten Theilchen an der Oberfläche sich ablösen und langsam sich verflüchtigen. Bei der Steigerung der Wärme durch die Elektrizität hat nicht allein die Kraft der polarischen Spannung, sondern die Leitungsfähigkeit der Körper, das Geschlecht des Poles, von welchem die Strömung ausgeht, einen merklichen Einfluß; ja es kann, wie wir vorhin sahen, ein schwacher elektrischer Strom sogar Erkältung statt Erwärmung der Körper, durch welchen er hingeht, zur Folge haben. Es sind dieses Thatsachen, welche, wenn man sie zusammennimmt, uns als Vorbereitung zu einer tieferen Erkenntniß der Natur des Feuers, selbst eines solchen, das beim Verbrennen entsteht, dienen können. Das elektrische, so könnte man sagen, ist das eigentliche Urfeuer, welches nach seinem Maaße, ähnlich der Seele, der Bewegung der leiblichen Stoffe sich beigesellt, ohne von gleicher Art und Natur mit diesen Stoffen, oder in wesentlicher Art an ihre Massen gebunden zu seyn.

20. Aeußere Formenänderung durch mechanische Gewalt.

Die regelmäßige Gestalt, welche der Bergkrystall, welche die Salze annehmen, wenn diese letzteren im Wasser aufgelöst waren und beim Abdampfen von diesem als Würfel, als Achtflächner oder als Säulen anschießen, gründet sich ebenso wie die stern- und nadelförmige Krystallisation des Wassers selber, wenn dieses durch den Frost zum Schnee oder Eis wird, auf eine durch die ganze Masse gehende polarisch-gleichnamige Anordnung der kleinsten Theile, aus denen diese Körper zu einem harmonisch regelmäßigen Ganzen zusammengefügt sind. Das, was wir hier die kleinsten Theile nennen, ist übrigens noch kein Gegenstand für die Wahrnehmung unserer Augen, sondern von so feiner Natur, daß es selbst durch die stärkste Vergrößerung in unsern künstlich geschliffenen Gläsern nicht erkannt werden kann. Denn so hat zum Beispiel das Schwefelblei oder Blei-

glanz im Ganzen und für gewöhnlich, wenn es zur regelmäßigen Krystallgestalt gelangt, die Form eines Würfels oder eines Achtflächners. Wenn man einen solchen Würfel des Schwefelbleies zerschlägt und die entstandenen Trümmer betrachtet, dann bemerkt man leicht, daß sie alle mehr oder minder vollkommen im Kleinen die Gestalt eines Würfels haben, die sich selbst noch unter einem starken Vergrößerungsglas an dem kleinsten Stäublein der zertrümmerten Masse erkennen läßt. Auch in diesen Bröcklein und Stücklein ist mithin jener polarisch-regelmäßig zusammenordnende Bildungstrieb noch wirksam, der die Krystallisation der Gesammtmasse zum großen Würfel begründet hat.

Wenn man in einer Glasröhre, welche nach der vorhin in dem Capitel über Elektromagnetismus (S. 18) geschriebenen Weise von einem Metalldraht spiralförmig umwunden ist, Stahlfeilspähne ganz fest auf einen Klumpen zusammendrückt, der die Weitung der Röhre so gut als möglich ausfüllt, und hierauf die elektrischen Strömungen aus den Polarenden einer kräftig wirksamen Volta'schen Säule durch den Drath ergehen läßt, dann wird das Gesammtgehäufe der Stahlspähne zu einem einzigen Magnet von bedeutender Stärke, der sich, genau genommen, eigentlich als eine Art von magnetischer Batterie betrachten läßt, welche aus lauter kleinen, polarisch zusammengeordneten Stahlmagneten zusammengesetzt ist. Sobald man aber die Röhren ausleert, die Stahlspähne von einander sondert und hierauf, wie man eben will, sie durch einander mengt, da ist sogleich alle Spur von Magnetismus aus ihnen verschwunden. Hiervon ist nicht das Herausnehmen aus der Glasröhre, sondern der Umstand die Ursache, daß zuvor die elektrische Strömung als übermächtig bildender Einfluß die Lage der gleichnamigen Pole der einzelnen Spähne nach einer und derselben Richtung hin bestimmt hatte, so daß dieselben (nach S. 139) in ihrer Wirksamkeit durch Verbindung sich unterstützten und steigerten, während jetzt,

wo die einzelnen Feilspähne in zufälliger Mengung durch einander geworfen sind, jeder Pol des einen nach dem ungleichnamigen Pol des andern sich hinwendet, und so eine Zusammengesellung der vormaligen Bestandtheile des Gesammtmagnetes nach einem Gesetz der niedreren, kleinlicheren Anziehung entsteht, wodurch das Zusammenwirken Aller, nach gemeinsamer Richtung hin, aufgehoben und die Kraft der magnetischen Batterie zerstört wird.

Eine solche Auflösung des harmonischen Verbandes der einzelnen Theilchen eines Körpers, wodurch dieser seine regelmäßige (krystallinische) Form empfieng, in einen gestaltlosen Zustand tritt zum Beispiel bei dem Wasser ein, wenn dieses durch die Wärme seine sternförmige, aus einzelnen Nadeln zusammengefügte Gestalt, die es als Schnee hatte, verliert und fließend wird. Wenn man außen in der kalten Winterluft die krystallinischen Gestalten des Eises, die sich schon an unsern Fenstertafeln bilden, zerschlägt und verkleinert, dann hat man hiermit keineswegs die regelmäßige Zusammenordnung der einzelnen Theilchen aufgehoben; auch die kleinen Stäubchen des gepulverten Eises sind noch eben sowohl krystallinisch geblieben, als die Trümmer des Schwefelbleies oder des Bleiglanzes.

Und hier ist es, wo wir den Unterschied der äußeren Formenveränderung durch mechanische Gewalt von jener innern Formenänderung in's Auge fassen müssen, von welcher wir schon im nächsten Capitel Einiges sagen wollen. In Folge des Zuges der Schwere, welche den einzelnen Körper mit dem Gesammtganzen seines Planeten vereint, wird immer (nach Cap. 2. dieses Abschnittes) der Körper, in welchem jener Zug am mächtigsten, welcher am schwersten ist, den verdrängen, der in dieser Beziehung der minder mächtige (leichtere) ist. Im Einzelnen aber stellt sich jener allgemeine Zug auch als ein besonderer, nach Cap. 3. als Kraft des Zusammenhaltes dar, und wo zwei Körper in Bewegung gegen einander gerathen,

welche dem Grade ihrer Schwere oder dem Grade ihres Zusammenhaltes nach sehr verschieden sind, da wird der festere (stärker zusammenhaltende) den lockeren ebenso aus dem räumlichen Verhältniß, in welchem derselbe stehet, ausschließen und verdrängen können als der schwerere den leichteren, während, wie wir oben sahen, die Zugkraft des Zusammenhaltes der einzelnen Theile (die Festigkeit) eines Körpers dem Zug der Schwere einen so mächtigen Widerstand entgegensetzen kann, daß selbst die schwere eiserne Kugel einer Kanone auf der leichten, dabei aber festen Eismasse eines Sees in ihrem Hinabfall nach dem Grund und Boden zurückgehalten wird.

Eben diese wechselseitigen Verhältnisse des Zuges der Schwere wie der Kraft des Zusammenhaltes geben bei dem Zusammenstoß und bei der Gegeneinanderbewegung der einzelnen Körper die Veranlassung zu jener äußeren Formenänderung, vermöge welcher der Bergkrystall oder das Schwefelblei zwar bis zum feinen Pulver zerstäubt, nicht aber in ihrer innern, krystallinischen Beschaffenheit verändert werden können. Das Auge erkennt in den Staubkörnchen, zu welchen ein Bergkrystall im Mörser zerstoßen worden ist, schwerlich noch eine Spur von der schönen, regelmäßigen Gestalt, welche der Krystall vor seiner mechanischen Zerstörung besaß; aber jene Eigenschaften, welche den Gesammtkörper auszeichneten, der Grad der Härte, des eigenthümlichen Gewichtes, das Verhalten gegen andre Stoffe und Kräfte der Natur, sind auch den einzelnen Stäubchen noch geblieben, zum Beweis, daß die durch mechanische Gewalt herbeigeführte Formenänderung nur eine äußere war, die auf das innere Wesen des Körpers, welches auf der Wirksamkeit eines eigenthümlichen Bildungstriebes beruht, ohne entscheidenden Einfluß blieb.

21. Innere Formenänderung zunächst durch die Wärme.

Wir fanden bereits im vorhergehenden Capitel an dem Gefrieren und Aufthauen des Wassers durch den Wechsel von Erkaltung und Erwärmung ein Beispiel von innerer Formenänderung, worauf selbst die mechanische Zerstäubung und Zertrümmerung keinen wesentlichen Einfluß hat. Von der selbst durch die kleinsten Theile gehenden regelmäßigen und feststehenden Anordnung des körperlichen Gefüges, die sich am krystallinischen Eis entdecken ließ, ist im tropfbar flüssigen Wasser keine Spur mehr zu finden; dieses ist in ganz andre Verhältnisse und Beziehungen zu der Welt der andern Körper getreten; es hat seine Eigenschaften vollkommen verändert. Das Wasser kann aber namentlich durch die Wärme noch eine dritte Form annehmen, welche von der des Eises und des fließenden Gewässers sehr verschieden ist, die Form des Dampfes. In seinem gewöhnlichen, tropfbar flüssigen Zustand ist das Wasser unseren Händen, so wie allen Theilen unseres Körpers fühlbar, unsern Augen sichtbar, unsrer Zunge schmeckbar; sobald es aber die Form des Dampfes angenommen hat, hört es auf, für unsre Sinnen wahrnehmbar zu seyn; gleichsam (im niederen, unvollkommenen Abbild) wie eine Seele, wenn sie aus der Leiblichkeit abscheidet, erhebt sich dasselbe in ein ganz anderes Reich der Dinge, gehorcht jetzt mit dem Luftreich, dem es sich einverleibt hat, andern Anregungen des Bewegens. Und nicht nur am Wasser, sondern an den meisten Körpern der Erde vermag zunächst und am öftersten die Wärme Veränderungen hervorzubringen, welche auf die Gestaltung, Anordnung der kleinsten Theile und auf das Verhältniß zu ihrer Umgebung von wesentlichem Einfluß sind, und deßhalb als innere Formenänderung betrachtet werden dürfen.

Die erste und gewöhnlichste Wirkung, welche die Wärme auf die Körper hat, ist, mit wenigen Ausnahmen,

die Vermehrung des Umfanges: die Ausdehnung derselben. Die atmosphärische Luft, wie alle Luftarten, dehnt sich durch die Sonnenwärme beständig aus, und zieht sich, wenn nur eine vorüberziehende Wolke ihren Schatten auf sie wirft, alsbald in kleineren Raum zusammen, wobei zugleich ihre Dichtigkeit und Eigenschwere zunimmt. Da sich der schwerere Körper, wenn er einen ähnlichen Zusammenhalt seiner Theile mit dem leichtern hat, immer an die Stelle des andern setzt, diesen von seinem Ort verdrängt, geschieht dieß auch bei der Luft; die kälteren, dichteren Massen derselben strömen beständig aus den kalten Polarzonen der Erde nach den wärmeren Gegenden in der Nähe des Aequators hin, und schon am Saum eines schattigen Waldes oder beim Vorüberziehen einer Wolke wird dieses Bewegen des kälteren, dichteren Luftstromes in den wärmeren, dünneren fühlbar. In dieser beständigen Ausgleichung der Dichtigkeits- und Gewichtsverhältnisse der Luftschichten, welche in der Nähe der Erdoberfläche sich finden, liegt eine Veranlassung zum Entstehen des Windes, so wie mancher anderer atmosphärischen Erscheinungen.

Die Formenveränderungen der Körper, welche wir hier betrachten wollen, sind im Allgemeinen an einen Grad der Erwärmung gebunden, der unter denselben äußern Verhältnissen sich immer gleich bleibt. Bei einem bestimmten Grad der Wärme (welche für unser Gefühl noch kaum als Wärme, sondern nur als Abnahme der Kälte erscheint) thaut das Eis zu Wasser auf; bei einem bestimmten Grad der Hitze schmilzt das Zinn, wird das reine Eisen weich und kommt zuletzt zum Fließen. So hat auch das Blut des gesunden Menschen unter allen Himmelsstrichen und bei den verschiedensten Völkern fast ganz dieselbe Wärme.

Wollten wir aber die Grade der Wärme, selbst nur jene, die sich in den verschiedenen Stunden eines einzigen Frühlingstages in der uns umgebenden Luft einstellen, nach unsrem Gefühl abmessen, dann würden wir großen

Irrungen ausgesetzt seyn. Wir müssen unser Urtheil über die Grade der Wärme lediglich durch die Ausdehnung der Körper bestimmen lassen, welche eine Folge derselben ist. Hierzu dienen denn bekanntlich die künstlichen Wärmemesser oder Thermometer, welche in der Regel aus einer zugeschmolzenen Glasröhre bestehen, die sich nach unten in eine Kugel erweitert, und mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, welche durch die Wärme in augenfälliger Weise sich ausdehnt. Wie zum Abmessen des Luftdruckes in dem Barometer, bedient man sich auch zum Abmessen der Luftwärme im Thermometer des Quecksilbers, welches erst bei einer Kälte, die in unsern Himmelsstrichen nur sehr selten eintritt, fest wird oder gefriert, und erst bei einer Hitze, welche die Siedehitze des Wassers 3$^1/_2$ Mal übertrifft, zum Sieden und zur plötzlichen Verdampfung kommt. Bis zum Siedepunkt des Wassers erfolgt die Ausdehnung des Quecksilbers in großer Gleichmäßigkeit; vermöge dieser Ausdehnung steigt dasselbe bei zunehmender und sinkt bei abnehmender Wärme in der Glasröhre.

Man theilt den Raumunterschied, der sich zwischen dem Stand des Quecksilbers beim Thauen des Eises und beim Sieden des Wassers findet, entweder nach Reaumur's Angabe in 80 oder nach Celsius in 100 gleiche Theile oder Grade, wozu noch in manchen Ländern eine dritte, bei uns ungewöhnliche Eintheilung der Scala, nach Fahrenheit, kommt, welche nicht bei dem Thaupunkt des Eises, sondern bei einer künstlich, durch Mischung von Salmiak und Schnee erzeugten Kälte (14 Grad unter dem Gefrierpunkt des Wassers nach unsrer Scala) ihren Anfang nimmt und von hier an bis zum Gefrierpunkt des Wassers 32, bis zum Siedepunkt desselben 212 Grade zählt. Durch diese Messungsmittel der Wärme ist es dem Menschen möglich geworden, mit Sicherheit jene Grade derselben zu bestimmen, die ihm bei den Geschäften und Gewerben des täglichen Lebens am dienlichsten sind; ihnen allein verdanken wir

die Kenntniß von der mittleren Jahreswärme der verschiedenen Länder und Himmelsstriche. Durch sie wissen wir es, daß bei demselben Luftdruck in der Nähe des Meeresspiegels das Wasser immer bei derselben Wärme eine plötzliche Formenwandlung zum Dampf erleidet, daß das Blut des gesunden Menschen überall eine Wärme von nahe 29 Grad der Reaumur'schen Scala habe, das Quecksilber bei 285 Grad sich ganz in Dämpfe auflöse. Ebenso wie das Beleben und das Wachsthum des Küchleins im Ei eine Brutwärme erfordert, die der menschlichen Blutwärme gleichkommt, bedürfen auch die Pflanzen der heißesten Zone zur Entwicklung ihrer Saamen und zu ihrem Wachsthum einer mittleren Jahreswärme, welche zwischen 20 bis 22, die der warmen temperirten Zone einer solchen, die zwischen 14 bis 20 Grad beträgt, während das gute Gedeihen des Weines wenigstens im Sommerhalbjahr eine mittlere Temperatur von 14 bis 18 Grad verlangt, und in solchen Ländern, deren mittlere Jahreswärme unter 3 bis 4 Grad sinkt, der Getreidebau seinem Aufhören nahe ist.

Die Schnelligkeit (nach Cap. 6.) und die Kraft, mit der sich das Wasser bei seiner Formenwandlung im Sieden zum Dampf ausdehnt, hat die jetzt in allen gebildeten Ländern so bekannte Anwendung desselben zur Bewegung von Dampfmaschinen begründet. Was aber für den Verkehr der Völker wie für alle menschliche Gewerbe aus dieser Grundlage sich entwickeln werde, das läßt sich noch gar nicht voraussehen. Man hat das Gesammtgewicht der Steinmassen, aus denen die große ägyptische Pyramide bei Ghizeh in Aegypten erbaut ist, zu 186 Millionen Centner berechnet. Zwanzig Jahre lang haben 100,000 Menschen an dem Aufthürmen dieser Massen gearbeitet; durch Anwendung unserer Dampfmaschinen würde ein solches Werk fast in einem einzigen langen Sommertage (in Zeit von 18 Stunden) unter Leitung von nur 36,000 Menschen gethan werden können. Wollte man das Grubenwasser aus den

Bergwerken von Cornwallis durch die Kraft der Pferde herausziehen lassen, dann müßte man 448,000 solcher Thiere zu beständiger Verfügung haben, während diese Arbeit durch 64 Dampfmaschinen in größter Vollständigkeit verrichtet wird. Und wie viele andre Werke der mechanischen Leistungen werden durch die Macht des Dampfes zuwege gebracht, deren Beschreibung man noch vor wenigen Menschenaltern wie einen Traum verlacht haben würde!

Wie vormals nur die Schiffe eine bewegliche Stadt im Kleinen darstellten, darinnen Hunderte von Menschen zu gleicher Zeit, versehen mit allen Bequemlichkeiten und Mitteln zur geselligen Unterhaltung, von einem Ort zum andern reisten, so gewähren dieß schon jetzt nach der Einrichtung, die man ihnen in einigen Ländern gab, die Dampfwägen, die zu einer langen Reihe unter sich verbunden werden, darinnen die Reisenden zu beiden Seiten an bequemen Tischen sitzen, so daß ein freier Durchgang in der Mitte bleibt, auf welchem man, während das Fuhrwerk fast mit der Eile eines Vogels dahinfliegt, ungehemmt von einem Ende des Zuges zum andern gehen, bald mit diesem bald mit einem andern Mitglied der großen Reisegesellschaft sich unterhalten, oder auch ruhig an seinem Orte sitzend sich mit Lesen oder Schreiben beschäftigen kann. An dem Orte, wohin man sonst einen ganzen Tag zu reisen hatte, ist man mittelst der Dampfwägen und Eisenbahnen schon nach wenigen Stunden; von einem Ende unseres Welttheiles zum andern würde man auf diese Weise, selbst wenn man hin und wieder stundenlang sich verweilte, nach wenigen Tagen gelangen können. Und wie hätte man es früher anstellen wollen, um eine solche Last von Menschenschaaren mit all' ihrem Gepäck oder Ladungen anderer Art, womit man sonst nur Schiffe und Floße befrachtete, zu Lande, selbst in zehn- ja zwanzigfach längerer Zeit fortzuschaffen? Welche Einrichtung hätte man treffen können, damit 80 oder 100 Pferde in gleichmäßiger Ziehkraft,

ohne eines das andere in seiner Dienstleistung zu beschränken, zum gemeinsamen Zweck gewirkt hätten? Wie schwer fällt es der menschlichen Kunst, die willkührliche Bewegung auch nur eines einzigen kräftigen Thieres ganz zu beherrschen und zu lenken; welche Arbeit würde ihr ein ganzer Zug derselben bereiten! Solche Mühe aber bedarf bei aller, übrigens nöthigen, sorgfältigen Aufsicht der mächtige Zug der Dampfwägen nicht. Ihre Maschinen wirken mit der Kraft von 100 ja 200 Pferden; jede Regung dieser Kraft ist für den gemeinsamen Zweck der Fortbewegung zusammengehalten und benutzt; keine vermag die andere zu hindern und zu beschränken; keine Nachtruhe, kein Ausruhen ist diesen rastlos wirkenden Getrieben nöthig; sie nehmen ihr Futter — die Steinkohlen — mitten in ihrem raschen Laufe zu sich; bei einer Kraftäußerung, welche der von 200 Pferden entspricht, bedürfen sie freilich in jeder Stunde eines Nahrungsstoffes von 11 Centnern guter Steinkohlen, indeß wird auch der Werth dieses Futters durch den der Leistungen überreichlich aufgewogen.

Dasselbe, was durch die Anwendung des Wasserdampfes für die Fortbewegung von Lasten auf dem Lande geschehen ist, das hat sich in noch viel ausgedehnterem Maaße für die Fahrten zu Wasser erreichen lassen. Die Reisenden auf den Dampfschiffen sind ferner nicht mehr so, wie die auf den Segelschiffen, der Hemmung durch Windstille und ungünstigen Wind ausgesetzt: allerdings bleibt auch für sie noch das Meer, wenn es von heftigem Sturme bewegt wird, ein Feld der Gefahren und Kämpfe; dennoch läßt sich im Allgemeinen die Zeit vorausberechnen, in welcher ein Dampfer bei dem Ort seiner Bestimmung anlangen werde, und die Zeit der Wasserreisen ist seitdem nicht minder als die der Landreisen verkürzt worden.

Daß der Mensch an dem Wasserdampf einen noch ungleich mächtigeren Verbündeten seiner großen Künste habe als an dem Schießpulver, und daß jener bei all'

seiner Kraft dennoch leichter zu regieren und zum bestimmten Zweck zu benutzen ist als dieses, geht aus der Betrachtung der Wirksamkeit beider hervor. Das Schießpulver ist aus Kohle, Schwefel und Salpeter zusammengesetzt; der Schwefel dient vornämlich dazu, ihm seine schnelle Entzündlichkeit zu geben; der Salpeter, der aus Laugensalz und Salpetersäure gebildet ist, gibt bei der Entzündung dem Sauerstoff seine Säure her, der, seine Verbindung mit dem Stickstoff verlassend, sich mit der glühenden Kohle zu Kohlensäure vereint. Diese, die Kohlensäure, nimmt mit dem freigewordenen Stickstoff zugleich die Luftform an, und dehnt sich hierbei durch die Hitze des entzündeten Schwefels so plötzlich aus, daß sie mit zerschmetternder Gewalt durch alle beengenden Schranken hindurchreißt. Gilt es die Aufgabe, ein Felsenstück durch das Pulver emporzuheben, oder eine andere Last durch seine plötzliche Ausdehnung zu bewegen, dann darf man annehmen, daß ein Pfund Pulver hinreiche zur Bewältigung einer Last von 229 Pfund Gewicht. Dagegen kann aber der Mensch durch ein Pfund Wasser, wenn er dieses durch die Siedehitze in Dampf verwandelt, eine Last von 550 Pfund von ihrem Orte bewegen, denn der Unterschied des Raumumfanges zwischen dem tropfbar flüssigen Wasser und zwischen seinem Dampf ist ungeheuer groß; das Wasser dehnt sich, wenn es jetzt auf einmal in die Form des Dampfes überspringt, um das 1700fache seines Umfanges aus; was vorher das Innere eines mäßig großen Fasses einnahm, das füllt jetzt im nächsten Augenblick den innern Raum eines Kirchengebäudes aus.

Bei der Einrichtung unsrer Dampfmaschinen wirkt übrigens nicht die Kraft und Schnelligkeit der plötzlichen Ausdehnung des Wassers zur Dampfform für sich allein, sondern die menschliche Kunst hat dabei auf sehr sinnige Weise noch eine andere, überall wirksame Naturkraft in ihre Dienste genommen; dieß ist der Druck der Luft (nach Cap. 5. dieses Abschnittes), der im Mittel gleich

einem Gewicht von $2\frac{3}{4}$ Pfund auf jede Fläche von einem Quadratzoll Rauminhalt einwirkt. Der Wasserdampf hebt das Gestänge der Dampfmaschine in der metallenen Röhre empor; er entweicht oder wird durch plötzliche Abkühlung von eingespritztem Wasser seiner Luftform beraubt; so entsteht ein leerer Raum, in welchem der Druck der Luft den emporgehobenen Kolben des Dampfrohres mit überwiegender Macht wieder hinabpreßt. Und wie sich das Thier durch Einathmen und Ausathmen im Fortbewegen des Lebens erhält, so die Dampfmaschine durch die beständige Abwechslung der Wirksamkeit jetzt des eindringenden Dampfes, dann des Druckes der Luft.

Wie in allen seinen Eigenschaften, so hat das Wasser auch in Beziehung auf die Uebergänge aus einer seiner Formen in die andere etwas sehr ausgezeichnetes. Mehrere Körper werden, ehe sie durch die Wärme zum Fließen kommen, so wie das Wachs, wie Siegellack, Pech u. s. w. zuerst weich; selbst Eisen und Platinametall werden bei einer Hitze, die bei weitem nicht hinreichend ist, um sie zum Schmelzen zu bringen, so nachgiebig und weich, daß sich ihre einzelnen Stücke zusammenschweißen und daß sie überhaupt sich leicht in verschiedene Formen bringen lassen. Dagegen geht das Wasser, sobald die Wärme seiner Umgebung den hinreichenden Grad erreicht, ohne erst weich zu werden, sogleich aus dem festen in den flüssigen Zustand über. Auch sein Uebergang aus dem tropfbar flüssigen in den Dampfzustand erfolgt, vorzugsweise vor den meisten andern Flüssigkeiten, plötzlich, indem das Wasser von seinem Gefrierpunkt zuerst bis zu seinem Siedepunkt sich verhältnißmäßig ungleich weniger durch die Wärme ausdehnt als der reine Weingeist, als die Oele und als das bis zum Sieden erhitzte Quecksilber. Schon aus diesem Grunde gewährt das allgemein verbreitete Wasser das beste und tauglichste Material zum Gewinnen kräftiger Dämpfe, denn ein solcher mächtiger und zugleich plötzlicher Schritt

der räumlichen Ausdehnung von dem Einfachen zum fast Siebenzehnhundertfachen läßt sich kaum an einem andern irdischen Körper nachweisen.

Auch bei andern Körpern gewährt übrigens die Betrachtung ihres Formenwandels aus dem festen zum flüssigen und zum Dampf-Zustand ein besonderes Interesse, um so mehr, da sie uns in Beziehung auf die Geschichte der Gestaltung des festen Erdkörpers manche Aufschlüsse verspricht. Außen in der freien Natur bleiben verschiedene Körper selbst bei der größten Kälte des Polarwinters beständig flüssig, andre aber, selbst in jener gesteigerten Hitze, welche wir den Strahlen der Sonne durch ihr Zusammenfassen im Brennglas und im Brennspiegel verleihen, beständig fest. Der menschlichen Kunst jedoch ist es gelungen, eine Kälte sowie eine Hitze hervorzubringen, welche jene natürlicheren Grenzen und die Wirksamkeit selbst der möglichst concentrirten Sonnenhitze noch übersteigt. Durch eine Kälte, die man, wie wir hernach sehen werden, durch plötzliche Verdunstung und durch Mischung von Salzen mit zerstoßenem Eis oder mit Schnee erzeugte, hat man manche Körper, die man für unveränderbar durch Kälte gehalten, durch einen mächtigen Druck selbst luftartige Körper in feste verwandelt. Damit das Quecksilber zu einem festen Körper werde, bedarf es einer Kälte, die unter unsrem Himmelsstrich nur in den Wintertagen der höchsten Gebirge vorkommt, weil sie mehr denn 30 Grad R. unter dem Gefrierpunkt beträgt. Wenn der reine Weingeist (Alkohol) sowie der Schwefeläther erstarren sollen, muß die Kälte doppelt so groß seyn als die, bei der das siedende Wasser bis zum Eispunkt sich abkühlt (gegen 80 Grad unter dem Gefrierpunkt). Auf der andern Seite gibt es auch Körper, deren fester Zustand nur durch den Hitzgrad der stärksten elektrischen Strömung in den flüssigen übergeführt werden kann, obgleich sie in all' ihren andern Eigenschaften mit solchen Körpern übereinstimmen, welche für schmelzbare gehalten werden.

Keine andre Reihe oder Familie von Körpern zeigt in dieser Hinsicht eine größere Verschiedenheit ihrer einzelnen Arten als die der Metalle. Ein Gemisch aus acht Theilen Wismuth, acht Theilen Blei und drei Theilen Zinn schmilzt schon in einer Wärme, welche noch nicht ganz die Siedehitze des Wassers erreicht. Das reine Zinn, sowie das Wismuth-Metall, werden bei einem Hitzgrad flüssig, der noch unter 200 Grad R. ist, und auch das Blei bedarf zu seinem Schmelzen keiner viel größeren Wärme, während das Schmelzen des Zinks erst nahe bei 300, das des Tellurs bei 320 Grad R. erfolgt. Alle diese Schmelzversuche lassen sich noch in unserm gewöhnlichen Feuer anstellen, dessen Hitzgrad man auf 320 R. berechnet hat. Dagegen muß schon das Spießglanzmetall, um fließend zu werden, eine Hitze von nahe 400, das Silber von 800, Kupfer von 840, Gold von 960 Grad R. haben; für die Metalle des Kobalts, Nickels, Schmels, Molybdäns, Chroms und Mangans wird die Schmelzhitze auf 1200, für das reine Eisen 1280, für das Platinametall auf 1360 bis 1400 Grad R. berechnet, und ein noch höherer Grad der Gluthhitze ist erforderlich, um das Uran- und Titanmetall, ja selbst den reinen kohlensauren Kalk (z. B. Kreide) und Kohle zu schmelzen.

In so vielen Fällen zeigen sich die Körper, wenn mehrere von ihnen mit einander verbunden sind, leichter zu einer solchen Formenwandlung geneigt als vorher, da sie einfach waren. Der kohlensaure Kalk ist, wie oben erwähnt wurde, für sich allein außerordentlich schwer schmelzbar, und die reine Kieselerde ist es nicht viel weniger; eine Verbindung aber von beiden läßt sich viel leichter zum Fließen bringen. Das Gußeisen und der Stahl, in welchen das sehr schwer schmelzbare Eisen mit der noch schwerer schmelzbaren Kohle verbunden sind, lassen sich schon bei 880 bis 1040 Grad R. zum Fließen bringen, eine Verbindung von Platina und Nickel schon bei 840 Grad. Dagegen ist es auffallend,

daß die Verbindungen der Metalle mit dem Schwefel, dessen Schmelzpunkt doch nur wenig höher liegt als der Siedepunkt des Wassers, zum Theil nur wenig leichter, ja zum Theil sogar schwerer schmelzbar sind als im reinen, metallischen Zustand, wie dieß letztere namentlich von dem Schwefelzinn und Schwefelzink gilt.

Wenn die Metalle und Metallgemische im festen Zustand von krystallinischer Form waren, dann geht ihnen diese bei ihrem Flüssigwerden verloren; sie gehen nach Cap. 59. in einen innerlich formlosen Zustand über. Dagegen zeigen die einzelnen Theilchen der Körper, wenn in ihnen durch den Einfluß der Hitze die Triebkraft über die Haltkraft vorherrschend geworden, wenn ihr Zusammenhalt aufgelöst ist und sie nun als verschiebbar — in flüssigen Zustand — versetzt sind, eine große Neigung, sich regelmäßig harmonisch wieder an einander zu ordnen, d. h. zu krystallisiren.

In dem Zustand des Dampfes sind die einzelnen Theilchen der Körper noch mehr auseinander gesondert als im flüssigen, und dennoch scheint die Neigung derselben, sich zu regelmäßigen Krystallformen zusammen zu fügen, wenigstens eben so groß, wo nicht größer. Das dampfförmige Wasser gestaltet sich in einer frostig kalten Umgebung zu den nadelförmigen Krystallen des Schnees; der Schwefel, das Zinkoxyd, ja selbst ungleich schwerer schmelzbare Körper, bilden, wenn sie durch die Gluthhitze der Vulkane oder unserer Schmelzöfen zu Dampf verflüchtigt wurden, oben in der kühleren Luft Niederschläge und Ansätze, welche aus einem Gehäufe von kleinern oder größern Krystallen bestehen.

22. Einfluß der Formenänderung auf Vermehrung und Verminderung der Wärme.

Die Wärme, welche, wie wir im vorhergehenden Capitel sahen, auf die eigentlichen, inneren Formenänderungen der Körper von wesentlichem Einfluß ist, wird am allgemeinsten und öftersten durch die Strahlen

der Sonne sowie durch das irdische Feuer, welches durch das Verbrennen der Körper entsteht, hervorgerufen. Was beim Verbrennen eigentlich mit den Körpern geschehe, davon werden wir im 28sten Cap. dieses Abschnittes reden und dann zugleich der Mittel erwähnen, durch welche sich die leuchtende wie die erwärmende Kraft der Flamme auf einen höheren Grad steigern läßt; nicht minder wird uns der Inhalt eines der nächsten Capitel Gelegenheit geben, die Weise zu beschreiben, in der man die Macht der Sonnenstrahlen durch Richtung derselben nach einem gemeinsamen Punkte hin verstärken kann. Welcher in seiner Art unversiegbare Quell der Wärme in der elektrischen Strömung einer Volta'schen Säule sowie andrer Vorrichtungen solcher Art liege, das sahen wir im 19. Cap. dieses Abschnittes. Hier aber wollen wir eine andre, ohne Aufhören wirksame Ursache bald der Zunahme bald der Abnahme der Wärme näher in's Auge fassen, welche mit der Formenänderung der Körper in nächster Beziehung stehet.

Schon oben im 8ten Cap. d. Abschn., als wir von der Voraussetzung sprachen, daß die Erscheinungen der Wärme auf dem Vorhandenseyn eines eignen Stoffes, des Wärmestoffes, beruheten, erwähnten wir es, daß selbst bei dem blos mechanischen Zusammenpressen der Körper, bei ihrem Uebergehen aus dem Zustand einer größeren Ausdehnung in den einer kleineren, Wärme entstehe, und Abkühlung im umgekehrten Falle bei dem schnellen Ausdehnen eines Körpers. Wenn man die Hand oder das Gesicht mit Wasser befeuchtet und beide dann, ohne sie abzutrocknen, der freien Luft aussetzt, da entsteht das Gefuhl der Abkühlung dadurch, daß das Wasser, welches an der Haut haftet, durch die Wärme unsers Körpers in Dampfform übergeht. Ungleich schneller als das Wasser nimmt der Vitriol- oder Essigäther (die Vitriol- und Essignaphta) schon bei geringer Erwärmung die Form des Dampfes an, darum empfinden wir eine ganz besonders auffallende Abkühlung, wenn wir einige

Tropfen jener künstlichen Flüssigkeiten an Stirn oder Wange bringen. In den heißesten Gegenden von Ostindien bereitet man sich kühlende Getränke, indem man die vorher wegen ihrer Lauheit kaum genießbare Flüssigkeit in Gefässe bringt, über welche eine gewebte Umkleidung gezogen wird, die man immer von Neuem mit Wasser anfeuchtet, das durch seine Verdünstung dem Gefäß fortwährend Wärme entzieht. Durch fachweis über einander angebrachte Stangen, auf denen Lager von Reisstroh sich finden, die man durch Anspritzen immer feucht erhält und durch welche der kühle Nachtwind frisch hindurchstreichen kann, ruft man dort bei einer Wärme des Brunnenwassers selbst von 18 Graden eine so schnelle Verwandlung des Wassers in Dämpfe und hierdurch zugleich eine solche Erkaltung hervor, daß man sein Getränk eben so kühl genießen kann wie der Neapolitaner, wenn er in sein Gemisch von Wein und Wasser eine Portion Eis hineinschüttet. In irdenen Gefäßen, durch deren fein poröse Wände eben so viel Wasser hervordringt als verdunstet, pflegt man in jenem heißen Lande, indem man Tausende von ihnen nahe zusammen auf eine Unterlage von Stroh setzt, selbst Eis zu erzeugen. Auch die Bewohner von Aegypten trinken das lieblich weiche Wasser ihres Nilstromes, obgleich es von Natur durch den Einfluß der dortigen Luft- und Bodenwärme nur lau ist, in einem eben so kühlen Zustand als wir das Wasser unserer frischesten Quellen, weil sie es durch Gefäße hindurchträufeln lassen, deren Wände dem Wasser unzählige kleine, dem Auge nicht sichtbare Ausgänge verstatten, wobei dann während des Herausrieselns eine Menge des Wassers verdunstet und durch seine Formenwandlung dem Gefäß, sowie seinem in den Untersatz des Glases herabrinnenden Inhalt eine auffallende Abkühlung verleiht. Man kann diesen kaltmachenden Einfluß der Verdunstung, weil die Aussage unseres Gefühles hierin nicht vollkommen sicher ist, selbst nach Graden messen, wenn man den Einfluß der Ver-

dunstung unmittelbar auf die Kugel eines Thermometers wirken läßt. Wenn man diese mit feiner Leinwand umwickelt, dann sie in Aether (Vitriol oder Essignaphta) eintaucht und nun mäßig schnell in der Luft bewegt, dann kann man, namentlich in der dünneren Luft der Gebirgshöhen, selbst während eines Sommertages das Quecksilber gefrieren machen. Wenn man die für gewöhnlich luftförmige Kohlensäure durch ein künstliches Zusammenpressen, welches freilich durch das Zersprengen der dabei angewendeten Gefäße, selbst dann, wenn diese von dickem Gußeisen sind, sehr gefahrbringend werden kann, in einen tropfbar flüssigen Zustand versetzt, dann ist dieser ein so gewaltsam aufgedrungener, daß die Triebkraft jenes Stoffes alsbald, wenn der hemmende Druck nachläßt, ihn wieder aufzuheben strebt. Ungleich rascher und gewaltiger als bei der Naphta tritt hier die Formenverwandlung in den Dampf ein; und wenn man einen Tropfen dieser flüssigen Kohlensäure auf die Hand bringt, dann ist das Gefühl der Kälte, welches sie erregt, fast unerträglich. Wenn man jenen künstlich dargestellten Stoff mit reinem Weingeist vermischt, dann kann man durch einen Strahl der aufgespritzten Flüssigkeit Quecksilber in wenigen Secunden zum Gefrieren bringen. Die reine, tropfbar flüssige Kohlensäure selber, wenn man sie in ein kleines Gläschen hineinspritzen läßt, erregt, indem ein Theil von ihr schnell verdunstet, eine Kälte, welche auf 80 Grad R. unter dem Gefrierpunkt geschätzt wird und wobei der Rest von ihr in einen schneeähnlich festen Körper verwandelt wird.

Wie die Formenwandlung aus dem flüssigen in den dampfförmigen Zustand, so bewirkt auch die aus dem festen in den flüssigen eine merkliche Verminderung der Wärme. Wenn Salze in Wasser sich auflösen, dann kühlt dieses während der Auflösung sich ab. Gepulverter Salmiak und Salpeter zu gleichen Theilen mit Wasser gemischt, das die Wärme unsrer frischen Quellen (8 Grad R.) hat, erkaltet sich und seine nächste Um-

gebung bis zu fast 10 Grad unter dem Gefrierpunkt. Durch eine Mischung von 3 Theilen salzsaurem Kalk und 2 Theilen Schnee kann man eine Kälte von 36 Grad R. unter dem Gefrierpunkt erzeugen, wobei das Quecksilber zu einer krystallinisch festen Masse erstarrt. Bei solchen Mischungen, namentlich des Salzwassers oder auch der Säuren, mit Schnee oder Eis entsteht Kälte, obgleich, oder vielmehr eben deßhalb, weil auch das Wasser hierbei aus der festen Form in die flüssige übergeht (aufthauet).

Wie bei der Formverwandlung aus dem festen in den flüssigen oder dampfartigen Zustand ein Erkalten, so findet umgekehrt ein Erwärmen der Umgebung statt, wenn das Flüssige fest, der Dampf zu Wasser wird. Denn namentlich bei diesem, bei dem Wasser, ist der Einfluß seines Gestaltenwechsels auf die Veränderung der Temperatur am leichtesten bemerkbar. Jene Schwüle, die wir vor Gewitterregen empfinden, ist zum großen Theil eine Folge des Ueberganges des Wasserdunstes, der die Luft erfüllte, in die tropfenartige Form, in welcher er bald nachher als Regen zum Boden herabstürzt. Man hat gefunden, daß der Dampf, den wir durch die Siedehitze von 80 Grad R. aus einem Pfund Wasser erzeugen, wenn er durch Abkühlen wieder zu Wasser wird, an seine Umgebung eine Wärme ausströme, deren Gesammtsumme (von 432 Grad R) den Grad der Siedehitze etwas mehr denn fünfmal übertrifft. Wenn man deßhalb aus einem angeheizten geschlossenen Kessel den Dampf, der sich aus einem Pfund des siedenden Wassers bildete, durch Röhren in ein Gefäß leitet, darin sich Wasser befindet, das bis zum Gefrierpunkt erkältet ist, dann kann man durch ihn $5^2/_5$ Pfund dieses Wassers zum Sieden bringen. Da ein Pfund Wasser nur den Raum eines halben Maaßes einnimmt, während ein Raum von $13^3/_5$ Cubikfuß nöthig ist, um ein Pfund Luft zu fassen, und da überdieß das Wasser vermöge seiner ungleich größeren Fassungskraft (Capacität) für

Wärme, wovon im nächsten Cap. die Rede seyn wird, eine 3¾mal größere Wärme verbraucht, um sich bis zu 80 Grad R. zu erhitzen, so folgt hieraus, daß die Erwärmung der Luft, namentlich eines geschlossenen Zimmerraumes, schon durch die Verwandlung einer mäßigen Quantität von heißem Dampf in Wasser bewirkt werden könne. Hierauf gründet sich die Heizung der Gebäude durch Dampf, den man aus dem Kessel, worin das Wasser im Sieden erhalten wird, durch gußeiserne Röhren in die zu heizenden Räume hineinleitet, indem man die Röhren unter den Dielen oder in den Wänden hinführt, und das neu entstandene Wasser, das gleich nach seinem Entstehen noch die Siedehitze hat, entweder wieder in den Kessel, nachdem es den Kreislauf durch alle Theile des Gebäudes vollendet hat, zurück, oder auch in's Freie abfließen lässet. Ein Kessel, welcher 10 Quadratfuß Heizfläche hat, kann in jeder Minute ein Pfund Dampf abgeben, womit im Winter die geschlossenen Räume eines sehr ansehnlichen Gebäudes in behaglichster Weise geheizt werden können.

Außen in der freien Luft findet ohne Aufhören und von selber bald die Verwandlung des Wassers in Dampf, bald wieder die Rückkehr dieser Form in den flüssigen, ja in den eis- oder schneeartig festen statt. Selbst das Eis geht unmittelbar, ohne erst flüssig zu werden, in Dampf über, und die Kälte kann die Verdünstung niemals ganz verhindern. Namentlich wird diese um so stärker, je dünner die umgebende Luft, je geringer der Druck ihrer Säule ist, so daß ein Stück Eis im sogenannten luftleeren Raum einer Luftpumpe selbst bei einer Kälte von 30° R. sich in Kurzem zu Dampf auflöst. Bei gewöhnlichem Luftdruck hat freilich die Wärme auf das Verdunsten des Wassers den bedeutendsten Einfluß, wie uns dieß schon das schnelle Trockenwerden des Bodens im Sommer selbst nach einem starken Regenguß wahrnehmen läßt. Dieses Verdampfen des Wassers bringt dann Abkühlung mit sich, ebenso wie selbst die

die Bildung des Schnee's aus den atmosphärischen Dünsten von einer Wärmeentwickelung begleitet ist, welche unserem Gefühl nicht entgeht, indem uns dieses mitten in den frostigen Tagen des Winters vor Eintritt eines Schneegestöbers Abnahme der Kälte empfinden läßt. Freilich sind da außen, unter dem freien Himmel, ganz andre Räume zu heizen, als in unsern Wohnungen. Dort wird die Wärme, die sich bei der Umgestaltung eines Pfundes Dampf zu einem Pfunde Wasser oder Schnee erzeugt, nicht an Räume von einigen hundert, sondern von hunderttausenden von Cubikfußen abgegeben, und zum großen Theil durch Vorgänge wieder aufgebraucht, bei denen die Wärme von neuem gebunden wird.

23. Wärmecapacität und Wärmeleitung.

Wenn man ein Pfund Eis durch ein Pfund Wasser vollkommen aufthauen will, dann muß das letztere bis zu 60 Grad erwärmt seyn. Dagegen bedarf man, wenn man ein Pfund Eis durch Eisenfeilspäne schmelzen will, denen man dieselbe Wärme von 60 Grad gab, 8 Pfund derselben, und erst 32 Pfund Gold oder Platina, bis zu 60 Grad erwärmt, sind hinreichend um ein Pfund Eis aufzuthauen. Jene 60 Grad Wärme, welche das Wasser hatte, das man zu dem erwähnten Versuch anwendete, waren ganz für die Formwandlung des Eises in den flüssigen Zustand aufgegangen; ein anderes Verhältniß der Wärmemittheilung findet deßhalb statt, wenn Wasser mit Wasser gemischt wird. Denn wenn das eine Pfund desselben bis zu 80 Grad erhitzt, das andere bis zum Nullpunkt erkältet ist, dann empfängt die Mischung gerade die mittlere Temperatur von beiden, nämlich 40^0 R.

Dieses verschiedenartige Verhalten der Körper, in Beziehung auf ihre Fähigkeit, die Wärme aufzunehmen und sie andern Körpern mitzutheilen, nennt man die

Wärmecapacität derselben. Das Silber hat eine 16mal, das Quecksilber eine 30mal geringere Capacität für Wärme als das Wasser, welches überhaupt in dieser Eigenschaft alle festen und flüssigen Körper der unorganischen Natur bedeutend übertrifft. Schon ein Loth siedend heißes Wasser kann ein Pfund Gold bis zu 80° R. erhitzen, und um einem Pfund Quecksilber dieselbe Wärme zu geben, bedarf es nur wenig mehr als eines Lothes Wasser von 80 Grad Hitze. Aus diesem Grunde eignet sich das Quecksilber in so vorzüglichem Maaße zur Fertigung von Thermometern, weil es so leicht für den Einfluß der äußern Wärme empfindlich ist.

Allerdings hat die Formwandlung der Körper auf den Grad ihrer Wärmecapacität einen sehr bedeutenden Einfluß. Der Demant, der seinem innern Bestand nach reiner Kohlenstoff ist, hat in seinem dichten, festen Zustand nur $^5/_8$ der Wärmecapacität der gemeinen Kohle; feste Körper, welche durch die Wärme erweicht und geschmolzen werden, zeigen in diesem Zustand alsbald eine zunehmende Wärmecapacität; die des Wasserdampfes ist mehr denn fünfmal größer denn die des flüssigen Wassers. Dennoch hängt die Fassungskraft für Wärme nicht nothwendig und unbedingt von der geringeren oder größeren Dichtigkeit der Körper ab, denn obgleich sich im Ganzen an den Metallen, deren kleinste Theile am dichtesten zusammengedrängt sind, die geringste, am Wasserstoffgas, als der leichtesten, die größte Wärmecapacität unter allen Körpern der Erde zeigt, muß man doch zugleich anerkennen, daß unter den Metallen selber nicht gerade nur die dichtesten und schwersten die geringste Fassungskraft für Wärme haben, sondern daß einige der ungleich minder dichten, wie Wismuth und Blei, hierin selbst das Gold und Platinametall übertreffen. Wenn die atmosphärische Luft dadurch, daß der sie zusammenpressende Druck zur Hälfte vermindert wird, auf den doppelten Raumumfang sich ausdehnt, steigert sich dennoch ihre Wärmecapacität nur um ein Zehntel; erst

dann, wenn jene um das Achtzehnfache ausgedehnt wird, erreicht diese den doppelten Werth.

Die Fassungskraft der Wärme wird auch als die Eigenwärme der Körper oder als die spezifische Wärme derselben betrachtet, die sich in gewisser Hinsicht schon unserem Gefühle merklich macht, wenn wir an einem schattigen Orte und bei mittlerer oder niedrer Lufttemperatur eine gleich dem Marmor bemalte hölzerne und daneben eine wirklich aus Marmorsteiu bestehende Säule mit den Fingern anrühren. Der Marmor wird sich dabei viel kälter anfühlen als das Holz; ein dichtes Silberblech ungleich kälter, als eine versilberte Papiermasse.

Aber bei eben diesen Körpern tritt ein ganz anderes Verhältniß ein, wenn dieselben dem Einfluß eines sehr hohen Grades der Wärme ausgesetzt werden. Wenn man das Silberblech mit dem einen seiner Enden in's Feuer hält, dann wird es in kurzem am andern Ende so heiß, daß man es nicht mehr in der Hand halten kann, während das Papier, das an dem einen Ende schon mit hellen Flammen brennt, am andern kaum merklich warm wird. Ebenso kann man ein brennendes hölzernes Stäbchen an dem einen Ende bequem mit der Hand anfassen, während ein Eisenstab von derselben Größe, wenn man ihn in's Feuer hält, nach wenigen Minuten seiner ganzen Länge nach eine für unser Gefühl unerträgliche Hitze annimmt. In demselben Maaße aber, in welchem sich gewisse Körper schneller erhitzen, erkalten dieselben auch leichter und schneller; denn andere; ein silberner Löffel in Eis oder Schnee getaucht wird schnell, bis zu seinem Ende, eisig kalt, während ein Holz von derselben Form und Größe in der gleichen Zeit kaum eine merkliche Aenderung dieser Art erfährt. Dieses verschiedene Verhalten der Körper gegen den Einfluß der Wärme gründet sich auf die verschiedene Fähigkeit derselben, die Wärme zu l e i t e n, sie von einem Theil nach dem andern fortzupflanzen. Je schneller diese Fortpflanzung von dem einen Theil des Kör-

pers an den andern geschieht, ein desto besserer Wärmeleiter ist derselbe.

Im Ganzen leiten die dichtesten Körper, die Metalle, und nächst ihnen die Steine, die Wärme, sowie die Kälte, am besten; die Körper von lockerem Gefüge am schlechtesten. Doch bemerken wir auch hiebei, daß die Wärmeleitung nicht genau mit dem Grade der Dichtigkeit in gleichem Maaße zu oder abnehme; denn allerdings leitet das Gold unter allen bekannten Körpern die Wärme am besten, wird am schnellsten durch das Feuer, in dessen Flammen man es hält, durch und durch erhitzt, aber das Platinametall, welches dem Gold an Dichtigkeit (spezifischem Gewicht) noch voransteht, ist ein ungleich minder guter Wärmeleiter als dieses, ja nach einigen Beobachtungen soll es hierin noch dem Eisen nachstehen. Im Allgemeinen, so sahen wir vorhin, haben die Metalle die geringste Fassungskraft (Capacität) für Wärme. Keineswegs steigert sich aber die Wärmeleitung in gleichem Grade mit der Abnahme jener Fassungskraft; denn obgleich dieselbe beim Blei noch geringer ist als beim Gold, leitet dennoch eine bleierne Stange die Wärme fast achtmal schlechter und langsamer als eine goldene von derselben Größe und Form; das Silber hat fast die nämliche Fassungskraft für Wärme als das Zinn von Borneo, und dennoch leitet jenes die Wärme mehr denn dreimal schneller als dieses; die Capacität des Marmors ist kaum sechsmal geringer als jene des Goldes, während dieses die Wärme gegen 42mal besser leitet als jener. Noch schlechtere Wärmeleiter als der Marmor sind das Porzellan und der zu Töpferwaren oder Ziegelsteinen gebrannte Thon und Lehm, daher dieser auch zur Errichtung solcher Oefen, welche nicht eine schnell entstehende und eben so schnell wieder vergehende, sondern eine recht lang nachhaltige Wärme geben sollen, vorzugsweise benützt werden.

Am schlechtesten leiten die Wärme, so wie die Kälte, am besten halten (so könnte man sich auch aus-

drücken) das Ausstrahlen der Wärme zurück, die Körper von lockerem Gewebe, zu denen vor Allem die Federn und Haare der Thiere, das Gewebe der Pflanzenstoffe u. s. w. gehören. Ein hölzerner Handgriff macht es möglich, mit metallenen Werkzeugen lange fortwährend im Feuer zu arbeiten, ohne daß wir uns brennen; bretterne Dielen, vor Allem, wenn sie mit wollenen Decken belegt sind, halten die Kälte des Bodens von der Einwirkung auf unsere Füße ab; das Austäfeln der Zimmerwände mit Holz, das Decken der Dächer mit Stroh gewährt den Wohnungen der Menschen im Winter Schutz gegen den Einfluß der äußeren Kälte, wie im Sommer gegen den erhitzenden der Sonnenstrahlen. Schneemassen, welche an einem schattigen Orte zusammengehäuft, oben mit einem Aufschutt bedeckt sind, welcher die Wärme schlecht leitet, halten sich selbst während der Wärme eines, ja mehrerer Sommer in unaufgethautem Zustand. Wie die Vorsehung draußen in der freien Natur die Thiere für den Winter mit dichteren Decken der Haare und Federn versieht, so pflegen auch wir Menschen uns im Winter durch eine Hülle von solcher Beschaffenheit, welche die Wärme schlecht leitet, warm zu halten. Wäre unser Leib an einem kalten Wintertage rings umher von einem Gewand aus lauterem Gold umschlossen, das eben so dick und eng anschließend, ebenso luftdicht, ja noch viel luftdichter unsre Haut verwahrte als das beste wollene Gewand, dann würden wir in wenigen Minuten vor Frost erstarren; denn durch das Metall würde die eigene Wärme unsers kleinen Körpers eben so überwiegend schnell ausstrahlen und sich zerstreuen, als die Kälte aus der übermächtig größeren, uns umgebenden Welt auf diesen eindringen. Pflegen doch die Reiter an kalten Wintertagen selbst ihre Steigbügel mit Stroh zu umwinden, um ihren Füßen, sowie dem Körper des Lastthiers den Eindruck der Kälte zu mildern; und durch

das gleiche Mittel schützt der Gärtner seine Bäume vor dem zerstörenden Einfluß des Winterfrostes.

Weniger auf die Fähigkeit zur Wärmeleitung in gewöhnlichem Sinne, als auf die zur Entwicklung der Wärme, durch den Einfluß des Sonnenlichtes, hat die Farbe der Körper einen Einfluß. Unser Gefühl lehrt es uns, daß an einem heißen Sommertage ein weißes Gewand uns den Einfluß der Sonnenhitze viel weniger empfinden läßt als ein schwarzes; wenn man ein Stück schwarzfarbiges und nicht weit davon ein Stück weißfarbiges Tuch von derselben Dichtigkeit und Beschaffenheit auf eine Fläche von Schnee legt, dann bemerkt man, daß im Schein der Sonne der Schnee unter dem schwarzen Tuch viel eher und tiefer hinwegschmilzt als unter dem weißen. Wenn man die Glaskugel des einen Thermometers durch Ruß oder einen andern Ueberzug schwärzt, dann steigt in ihm das Quecksilber bei dem gleichen Grad der äußern Sonnenwärme ungleich schneller und höher, als an einem andern Thermometer, dessen Kugel ungeschwärzt blieb.

Bei der Zusammengesellung des Einflusses des Lichtes, namentlich der brennenden Körper, mit der Erzeugung der Wärme, ist der Umstand bemerkenswerth, daß selbst Metalldrähte, wenn sie zu einem kleinmaschigen Drahtnetz verwebt sind, zwar der hellmachenden Kraft des Lichts einen verhältnißmäßigen Einfluß gestatten, zugleich aber die erwärmende und entzündende Wirkung desselben hemmen. Eine Laterne, deren Lampe statt zwischen Wänden von Glas, von einem siebartig fein durchlöcherten Drahtgewebe umgeben ist, kann man mitten in die schnell entzündbarsten Dämpfe und Luftarten hineinstellen, ohne daß diese an ihrem Licht sich entflammen; solcher Laternen, mit Drahtnetz umsponnen, bedient man sich, ohne Gefahr befürchten zu müssen, beim Hinabsteigen in die Vorrathskammern des Schießpulvers. Das bekannte Feuersicherungskleid, mit welchem sich die Männer umhüllen, die sich, um kostbare Gegen-

stände, vor Allen, um Menschen zu retten, mitten hinein in die Flammen wagen, besteht aus schafwollenem Zeug von Salzsoole durchdrungen, darüber ein Panzer aus kleinmaschigem Drahtnetz gezogen wird.

Im Ganzen gehören, wie dieß aus dem bisher Gesagten hervorgeht, die tropfbar flüssigen, so wie die luftartigen Flüssigkeiten schon an sich selber zu den schlechtesten Wärmeleitern. Da der Hauptcharakter des flüssigen Zustandes darin besteht, daß der Zusammenhalt der einzelnen Theilchen derselben mehr oder minder gelöst ist, daß diese deßhalb verschiebbarer sind, so ist die nächste Wirkung der Wärme auf flüssige Körper die, daß die erwärmteren und darum ausgedehnteren, leichteren Theile derselben sich über die kälteren, schwereren derselben erheben und in diesen emporsteigen. In einem großen Kessel, der über dem Feuer steht, steigt deßhalb das erhitzte Wasser, als das leichtere, zunächst nach der Oberfläche empor, während das kältere, schwerere, an seine Stelle sich niedersenkt, bis zuletzt die ganze Masse desselben, vom Boden an bis zur Oberfläche, ohne daß ferner die eine durch die andere, niedersinkende abgekühlt wird, die gleiche Wärme des Siedpunktes hat. Langsamer wirkend und schwieriger ist es deßhalb immer, ein Gefäß mit Wasser durch eine Anfeurung von der Seite statt vom Boden her zum Sieden zu bringen; am schwierigsten jedoch, wenn die Hitze von oben her einwirkt, weil dann die erwärmten Schichten, als die leichteren, in der Höhe schweben bleiben, und vermöge der schlechten Wärmeleitung der meisten Flüssigkeiten, nur langsam die Erhöhung ihrer Temperatur an die tieferen Schichten mittheilen.

Dasselbe, was wir so eben vom Wasser bemerkten, findet auch bei der Luft statt, welche im Winter, bei der Heizung unserer Zimmer, von der Nähe des Ofens, in der sie erwärmt und hiedurch zugleich verdünnt worden ist, emporsteigt nach der Decke, während sich dabei die kältere, schwerere Luft von oben nach dem

Boden herabsenkt. In einem großen Saale, wie zum Beispiel in dem eines Theaters, fühlen sich, wenn die Heizung durch gewöhnliche Oefen geschieht, jene Zuschauer, die oben in den höhern Logen oder auf der Gallerie sitzen, zuweilen durch eine große Hitze belästigt, während es die, welche unten (im Parterre) sitzen, an ihre Füße friert, weil die kalte und deßhalb schwerere Winterluft von außen, unten in der Tiefe hereinströmt, während die warme, leichte, nach oben strömt.

Dieser Austausch der Lage und Stellung der schwereren, kälteren, und der leichteren, wärmeren Luftschichten in geschlossenen Räumen, das Aufsteigen der warmen, das Niedersinken der kalten Luft hat zur Erfindung der sogenannten Luftheizung unserer Wohngebäude Veranlassung gegeben. In einer tiefer gelegenen Heizkammer steht der Ofen, den man zu einem solchen Grade anfeuert, daß die Luft der Kammer, wenn sie nicht beständig abgeleitet würde, den Grad der Siedehitze weit übersteigen müßte. Aus dieser Heizkammer führen aber verschiedene Röhren die erhitzte Luft nach den Zimmern oder Sälen hin, welche durch sie erwärmt werden sollen. Die Mündung dieser Röhren findet sich nicht unten am Boden, sondern in einer Höhe von fünf bis sechs Fuß, so daß die wärmeren Luftschichten nur allmählig durch ihre Ausdehnung auch nach dem unteren Raume sich herabdrängen, und an seiner Luftschicht sich abkühlen, während die untere kältere Luft durch die Mündungen anderer Röhren ausströmt, welche dieselbe von neuem hinabführen nach der Heizkammer. Im Kleinen erreicht man für jedes einzelne Zimmer denselben Zweck, wenn man durch einen gewöhnlichen Ofen eine Röhre, oder einen ausgemauerten Kanal hindurchleitet, so daß die eine Mündung derselben nach oben, die andere nach unten sich öffnet. Denn durch diese Einrichtung wird ein rasches Hindurchströmen der kälteren Luft von unten nach oben bewirkt, wodurch das Zimmer in ungleich kürzerer

Zeit als durch gewöhnliche Art der Ofenheizung seiner ganzen Ausdehnung nach durchwärmt wird.

24. Die strahlende Fortpflanzung der Wärme.

Wenn man sich einem Kaminfeuer gerade gegenüberstellt, dann empfindet man, selbst in einem winterkalten Zimmer, alsbald die Wirkung der Wärme. Ein Blatt Papier, ja selbst eine Glastafel, welche doch das Licht des brennenden Feuers ungehemmt durch sich hindurchgehen läßt, hält alsbald die Strahlen der Wärme von dem Körper ab; man fühlt, wenn ein solcher Schirm vor das Kamin oder vor den Ofen hingestellt wird, wenig oder nichts mehr von der unangenehmen brennenden Einwirkung des nahen Feuers auf die Hautfläche. Daß die Strahlen der Wärme ebenso wie die des Lichtes und auf dieselbe Weise nach einem Punkte hin gesammelt werden können, beweist die unmittelbare Erfahrung. Ein Thermometer, das man in den Brennpunkt eines Hohlspiegels stellt, fängt alsbald an sehr merklich zu steigen, wenn dem Hohlspiegel gegenüber ein erhitzter Körper, sey es auch nur ein Gefäß mit siedendem Wasser, sich befindet.

Die Strahlen der Wärme nehmen ebenso, wie die des Lichtes einen geradlinigen Verlauf, so lange sie durch einen Körper gehen, dessen Masse von gleichartiger Beschaffenheit und Dichte ist. Ebenso, wie es unter den festen Körpern solche gibt, welche das Licht fast in seiner ganzen Klarheit und Helle hindurchlassen (durchsichtig sind), finden sich unter ihnen auch solche, welche die strahlende Wärme, ohne sie zu schwächen, durch sich hindurchgehen lassen. Dahin gehört vor Allem das krystallinische Steinsalz, durch welches die Wärme der Sonnenstrahlen, sowie einer Kerze oder eines erhitzten Körpers, fast unverändert hindurchwirkt; mehr denn zwei mal so leicht als durch das reinste Spiegelglas oder durch Bergkrystall, 15mal leichter als durch eine klare Eistafel. Daher schützt das Glas unsrer Fenster-

tafeln, weil es nur einen Theil der Wärmestrahlen ($^2/_5$) hindurchläßt, allerdings die Zimmer, auch im heißen Sommer, vor dem Eindringen der Luftwärme, so wie vor der Wärme eines andern erhitzten Körpers, so lange diese den Siedepunkt des Wassers nicht übersteigt. Während der luftleere (luftdünne) Raum die dunkle Wärme nicht leitet, wird er von der strahlenden, die mit Licht verbunden von der Sonne oder von einem flammenden Körper ausgeht, durchdrungen.

Die Richtung der Wärmestrahlen bleibt in derselben geraden Linie, so lange sie durch einen Körper von derselben Beschaffenheit hindurchgehen, oder so lange sie senkrecht auffallen. Wenn sie aber aus der Luft an eine Tafel von Bergkrystall, oder von einer andern festen Masse übertreten, und dabei unter einem bedeutenden Winkel einfallen, dann werden sie von der Linie, die sie in ihrem Verlauf durch den freien Raum beschreiben, abgelenkt. Wenn man deßhalb aus einem Stück Steinsalz, das die Wärmestrahlen, fast ohne sie zu vermindern, durch seine Masse passiren läßt, eine in ihrer Mitte erhöhte (linsenartige) Scheibe schleift, dann kann man durch diese die Wärme, welche ohne Begleitung des Lichtes von einem erhitzten Stein oder siedenden Wasser ausgeht, ebenso wie durch ein Brennglas auf einen Punkt sammeln oder concentriren. Worauf die Wirksamkeit eines solchen Verfahrens beruhe, das soll uns der Inhalt des nächsten Capitels deutlich machen.

25. Die Strahlenbrechung namentlich des Lichtes.

Auf die Brechung der Lichtstrahlen, wenn diese aus einem durchsichtigen Körper in einen andern von verschiedener Dichtigkeit übergehen und wenn sie unter einem mehr oder minder großen Winkel auf einen solchen Körper fallen, gründet sich die Erfindung nicht nur der Brillen, sondern jener Vergrößerungsgläser und Fernröhre, welche uns den Blick in die vorhin ganz unbekannten Höhen und Tiefen der Schöpfung eröffnet haben.

Wenn man einen Stab ganz gerade stehend in's Wasser stellt und hierauf senkrecht, in gerader Linie, von seinem oberen Ende nach dem unteren hinabblickt, dann bemerkt man an ihm, in seinem ganzen Verlauf vom oberen zum unteren Ende, keine Abweichung von der lothrechten Richtung, welche man das Einfallsloth nennt. Wenn man dagegen demselben Stabe eine von dem Einfallsloth abweichende, schiefe Stellung gibt und ihn dann von der Seite her betrachtet, da hat es den Anschein, als ob er da, wo er aus der durchsichtigen Luft in das klare Wasser eintritt, gebrochen wäre, gleich als ob er nicht aus einem, sondern aus zwei Stücken bestände, davon das eine genau bis an den Wasserspiegel reichte, das andere aber, etwas seitwärts von dem hier abbrechenden Ende des oberen Stückes und in einer verschiedenen Richtung sich fortsetzte. Wenn man auf den Boden einer Schüssel irgend einen schweren, glänzenden Körper, wie etwa ein Geldstück, legt, dann so weit zurücktritt, daß man das Geldstück jenseits des Randes der Schüssel nicht mehr sehen kann, und hierauf Wasser in diese hineinfüllt, dann wird auf einmal das vorhin verschwundene Metallstück, obgleich unser Auge seine Stellung nicht verändert hat, wieder sichtbar; es ist, als sey jenes weiter nach der entgegengesetzten Seite des Gefäßbodens vorwärts geschoben worden, obgleich es ganz an demselben Punkte desselben liegen geblieben ist. Das umgekehrte Verhältniß tritt ein, wenn wir uns ein Gefäß so einrichten, daß es, vermittelst einer durchsichtigen Glastafel, in zwei Abtheilungen gesondert ist, davon die untere Luft enthält, während man die obere mit Wasser füllen kann. Wenn man auf den untersten Boden eines solchen Gefässes ein kleines glänzendes Geldstück legt, und dann, so lange der obere Theil desselben noch leer ist, sich so stellt, daß man es jenseits des Gefäßrandes noch ganz sehen kann, verschwindet dasselbe alsbald aus den Augen, wenn man oben Wasser hineingießt. Es ist als sey das Metall-

stück von der Mitte herüberwärts nach uns her gerückt worden, obgleich es seine Stellung ganz unverändert beibehalten hat. Aus diesen, sowie aus andern ähnlichen Beobachtungen hat man erkannt, daß der Lichtstrahl, wenn er aus einem minder dichten in einen dichteren durchsichtigen Körper übertritt, in einer Richtung gebrochen werde, welche weiter hinüber nach der senkrechten Linie, die man sich von oben nach der Mitte des Gefässes gezogen denken kann, gelegen ist, während derselbe, wenn er aus dem dichteren in ein minder dichtes Medium, aus Wasser in Luft hineinfällt, in einer herüberwärts von dem Einfallsloth gebogenen Richtung abgelenkt wird.

Auch bei dem vorhin erwähnten Versuch mit dem Stabe scheint es, als ob derselbe von da an, wo er in's Wasser tritt, nach einer Linie seine Richtung nehme, welche mehr nach der andern entgegengesetzten Seite des Teiches oder Wasserbeckens, weiter gegen die Stellung des Einfallslothes hin, ihren Verlauf habe. Wenn das Licht aus der Luft in einen durchsichtigen festen Körper, wie etwa in ein Stück Glas oder Bergkrystall, fällt, welches die Gestalt einer Kugel oder einer Linse mit bogig gekrümmter Fläche hat, dann widerfährt ihm in einem noch höheren Grade dasselbe, was sich mit dem schief in's Wasser gestellten Stabe zuträgt. Jene Strahlen, die auf dem dünneren Randtheil der Linse oder nach dem Saum der Glaskugel hin auftreffen, dringen, je weiter von der Mitte hinweg, desto mehr in schiefer Richtung in den festen durchsichtigen Körper ein und erleiden alle eine Beugung oder Brechung nach der Richtung des Einfallslothes hin, das genau mit der Mitte der Linse oder Glaskugel zusammentrifft. Wenn wir deßhalb durch eine solche Linse hindurchblicken, dann kommen nicht blos die unveränderten, geradlinigen Strahlen eines leuchtenden oder beleuchteten Körpers, welche senkrecht durch die Mitte der Linse ihren Verlauf nehmen, sondern auch jene Strahlen in unser Auge, welche

auf die krummablaufende Fläche derselben strahlen, wodurch sich uns der beleuchtete Körper, auf den wir hinschauen, in einem weiter ausgedehnten Verhältniß — vergrößert darstellt.

Diese scheinbare Vergrößerung der Körper, welche auf die rundliche Form eines durchsichtigen Körpers sich gründet, war schon in sehr früher Zeit bekannt; sie mußte Jedem auffallen, der durch eine kuglich runde, mit Wasser gefüllte Glasflasche hindurchblickte; auch konnte man bei dieser Gelegenheit bemerken, wie sich mittelst einer solchen Glasflasche die Helle einer Lampe oder des Sonnenlichtes nach einem Punkte hin anhäufen und hiedurch zu einem hohen Grade steigern lasse. Man nennt diesen Punkt, welcher in die Richtung einer mitten durch die Kugel gehenden Linie fällt und dessen stärkste Wirksamkeit, je nach der Ferne des rundflächigen durchsichtigen Körpers bald näher, bald ferner von diesem abliegt, den Brennpunkt, weil die Strahlen der Sonne, die sich an ihm ansammeln, eine so sehr erhöhte, Wärme erzeugende Kraft haben, daß leichtentzündliche Körper in ihm zu brennen anfangen, schmelzbare fließend werden, flüchtige sich in Dampf verwandeln. Eine Eigenschaft, welche man schon in sehr alter Zeit, wenn auch nur in unvollkommenem Maaße, an jenen durchsichtigen Kugeln des Bergkrystalls beobachtet hatte, die sich zuweilen (als Geschiebe) in Flüssen finden.

Ein vergrößerter Körper erscheint unserm Auge zugleich näher gerückt. So hat die Erfindung des Florentiner Edelmanns Salvino degli Armadi, † 1317, und seines Landsmanns Alexandro de Spina, † 1313, einer kleinen Glasscheibe, die sie in flach schüsselartigen Schaalen, auf einem feinen Pulver von Trippel oder Schmirgel herumdrehten, eine rundlich erhabene (convexe) Oberfläche zu geben, zur Fertigung von Brillen geführt. Dreihundert Jahre nachher aber leitete dieß, durch Hans Lippersheim zu

Middelburg, zur erfolgreichen Fertigung von Fernröhren, welche uns Gegenstände, die viele Meilen weit abliegen, so nahe vor das Auge stellen, als ob ihr Abstand nur einige tausend Schritte vor uns betrüge.

Durch die Einrichtung eines solchen Rohres wird das deutliche Sehen eines fernen Gegenstandes in zweifacher Weise erreicht. Ein weiter von uns abgelegener, beleuchteter oder leuchtender Körper, strahlt (nach Cap. 5 und 6 des ersten Abschnittes) ein schwächeres Licht in unser Auge als ein näher stehender, obgleich dieser seiner Natur nach denselben Grad der Helligkeit hat als jener. Damit deßhalb der schwächere Eindruck, den entferntere Gegenstände auf unser Auge machen, durch das stärkere Licht der näheren nicht ebenso wie die Sterne des Himmels durch die Helle des anbrechenden Tages überglänzt werden, pflegen wir unwillkürlich, wenn wir etwas Fernstehendes genau sehen wollen, durch die hohle Hand zu blicken; und schon die Alten bedienten sich mehr denn tausend Jahre vorher, ehe es Fernröhre gab, langer Röhren zum Hindurchblicken nach den Sternen, damit dadurch das Licht, das von den Seiten herkommt, vom Auge abgehalten, und dieses geschickt werde, den Eindruck eines einzelnen Gegenstandes desto ungestörter aufzunehmen. Mit dieser Einrichtung ward nun in den Fernröhren, seit ihrer ersten Erfindung, eine andere, noch ungleich vortheilhaftere verbunden: die Einfügung eines strahlensammelnden, convex geschliffenen Glases, das die Gegenstände vergrößerte und hiedurch scheinbar dem Auge näherte. Da eine solche Glaslinse für sich allein das Bild der Gegenstände in umgekehrter Richtung in unser Auge bringt, fügte man anfangs zu dem Objektivglas, das am äußersten Ende des Rohres die Lichtstrahlen von außen aufnimmt, noch ein concav (ausgetieft) geschliffenes Glas am vordern Ende des Rohres (als Ocularglas) hinzu. Dieses hat die entgegengesetzte Wirkung mit der convex gestalteten Linse; es führt daher die scheinbar verkehrte Stel-

lung der Gegenstände wieder in die rechte zurück. Statt jener Hohllinse wendete man jedoch bald nachher, bei der Verbesserung der Fernröhre, mehrere, vielleicht drei bis vier Oculargläser von gewöhnlicher Form an, davon das eine, im Brennpunkt des andern stehend, das von diesem schon vergrößerte Bild aufnahm und noch einmal vergrößert an das Auge weiter gab, und welche zugleich durch ihr Zusammenwirken die scheinbare Stellung des Gegenstandes zur naturgetreuen Darstellung zurückführten.

Während die Erfinder der Fernröhre bei der Einrichtung ihrer Instrumente die Form der weitsichtigen Augen nachahmten, bildeten die Erfinder der Mikroskope die Gestaltung jener, übrigens gesundkräftigen, kurzsichtigen Augen nach, welche ganz nahe Gegenstände schärfer unterscheiden und deutlicher erkennen als die weitsichtigen Augen, während sie freilich zur Aussicht in die Ferne nur wenig geschickt sind. Solche kurzsichtige Augen sind nach vorne viel stärker, rundlicher gewölbt als die fernsichtigen, und in derselben Weise wendete auch Hook, der das erste gute Mikroskop (ungefähr im Jahr 1660) zusammensetzte, hiezu stark kuglich gebildete Glaslinsen an. Wie uns die Fernröhre den Blick in das unmeßbar Große der Schöpfung eröffnen, so die Mikroskope den in das fast unmeßbar Kleine. Ein ganz neues Reich der erschaffenen Dinge, eine Thierwelt, deren Formen sich zur Größe eines Menschenleibes in ihrer Kleinheit so verhalten, wie der Mensch zu der Gesammtmasse der mächtigsten Gebirgsketten der Erde, mit allen ihren zwischen liegenden bewohnten wie unbewohnten Hochebenen und Thäler, ist uns durch das Mikroskop bekannt geworden.

Daß eine Kugel von Bergkrystall brennbare Körper durch den Strahl der Sonne entzündet, ohne dabei selber heiß zu werden, dieß hatte schon die Bewunderung der Alten erregt. Das sogenannte Brennglas verhält sich indeß in allen seinen einzelnen Theilen gegen den

Einfluß der Sonnenstrahlen ebenso, wie die einzelnen Theile eines Brennspiegels, von dessen Einrichtung wir hier nur noch einige Worte sagen wollen.

Wenn man einem Spiegel, oder einem spiegelartig glänzenden Metallblech die Gestalt eines flachen, weiten Beckens gibt und dieses Becken mit seinem Mittelpunkt in gerader Linie nach der Sonne richtet, dann werden alle Strahlen der Sonnenscheibe, in umgekehrter Weise wie das Wasser, das man in einen Trichter schüttet, nach einem gemeinsamen Punkt hingeleitet, der in einer Linie mit der Stellung der Sonne und mit der Mitte des Beckens liegt. Jeder einzelne Punkt des großen Beckens wird hiebei freilich von dem ihn treffenden Sonnenstrahle nicht stärker erwärmt als irgend ein anderes Stück Metall oder Spiegelglas; aber die Kraft des von ihnen allen nach einem gemeinsamen Punkte hin zurückgestrahlten Sonnenliches ist so groß, daß man im Brennpunkt eines großen Brennspiegels die schwerflüssigsten Metalle schmelzen und selbst den Demant verflüchtigen (verbrennen) kann.

Diese ungeheure Gesammtwirkung vieler kleiner Wirksamkeiten, wenn dieselben, jede einzelne für sich allein unbedeutend, nach einer und derselben Richtung hin sich vereinen, wird uns in der Folge noch zu manchen weiter führenden Betrachtungen eine Veranlassung geben.

Der Naturlehre zweiter Theil:

B. Die Scheidekunst oder die Chemie.

26. Was die Chemie sey und leiste.

Die Chemie, als Wissenschaft, umfaßt die Lehre von den Bestandtheilen oder Grundstoffen, aus denen, so weit wir denselben kennen, unser fester Erdkörper, mit seinen Gewässern, seinem Luftkreis, seiner Pflanzen- und Thierwelt zusammengesetzt und gebildet ist. Sie begreift ferner in sich die Lehre von den Verbindungen, welche jene Grundstoffe, nach festbestimmten Gesetzen, in der Natur eingehen, und von den Mitteln, diese Verbindungen durch die Kunst herbeizuführen oder sie zu lösen und zu trennen. In der zuletzt erwähnten Eigenschaft, die Stoffe aus ihren wechselseitigen Verbindungen oder Mischungen zu scheiden, hat die Chemie den Namen der Scheidekunst bekommen.

Und allerdings ist sie eine Kunst, die allen andern Künsten des Menschen hülfreich zu statten kommt; die dem Arzt einen großen Theil seiner Heilmittel, wie dem Maler seine Farben in die Hand reicht; die den meisten Gewerben und Handwerken das Material zu den Geräthschaften und zu ihren künstlichen Erzeugnissen verschafft und dasselbe zu seinem Gebrauch geschickt macht. Mit der Physik verbunden eröffnet die Chemie dem forschenden Geiste den Zugang zu der Erkenntniß einer Weltordnung, die dem Entstehen wie der Erhaltung aller irdischen Körper zu Grunde liegt, so weit diese nicht durch eine höhere, Neues schaffende Kraft des Lebens von dem Gesetz, unter welchem der Wechselverkehr der Stoffe, ohne das Walten einer inwohnenden Seele steht, frei geworden sind. Denn obgleich die Chemie durch den Zauber ihrer Kunst die meisten jener Verbindungen der Grundstoffe, aus denen die unorganischen Körper

bestehen, nachmachen, aus ihren Elementen sie zusammensetzen und diese wieder von einander unterscheiden kann, vermag sie doch weder Mehl noch Wein, weder Oel noch Zucker, noch weniger aber Fleisch, sowie alle andern organischen Gebilde des Thier- oder Pflanzenleibes aus den einfachen Elementen wieder zusammenzufügen, in welche dieselben nach dem Tode von selber zerfallen, oder durch die Kunst des Menschen sich auflösen und zerlegen lassen. Ja sie kann selbst in der unorganischen Natur zwar den Demant zur reinen Kohle, den Rubin zur reinen Thonerde umschaffen, nicht aber aus der Kohle einen Demant, aus Thonerde Rubine machen.

27. Die Elemente oder Grundstoffe der irdischen Körper.

Vor Alters pflegte man vier Elemente anzunehmen, aus denen die irdische Körperwelt zusammengesetzt seyn sollte: Feuer, Luft, Wasser und Erde. Um mit dem letzten, dem gröbsten und handgreiflichsten derselben den Anfang zu machen, so kann man sich mit leichter Mühe davon überzeugen, daß der Stoff, den wir im gemeinen Leben Erde nennen, ein gar vielfach zusammengemengter sey. Der Grund und Boden unserer Getreidefelder, unserer Wiesen, Wälder und Auen ist ein ungeheuer großer Leichenacker, welcher zum Theil aus dem Schutt und Staube der zerstörten und verwitterten Felsengesteine gebildet, zugleich aber mit den Ueberresten der Millionen organischer Wesen erfüllt ist, die im Verlauf der Zeiten auf unserm Planeten gelebt und geendet haben. Das, was unter dieser großen Grabstätte, aus welcher das Pflanzenreich seine Nahrung zieht, gelegen ist: der feste felsige oder sandige Boden, das ist ebenfalls von so mannigfach verschiedener Entstehungsart und Beschaffenheit, daß kaum ein einziger Punkt desselben als ein reines, einfaches Element gelten kann. Denn die einzelnen Gesteine dieses Bodens führen nicht nur eine, sondern gar mancherlei Erdarten in sich, namentlich die

Kalk-, Kiesel-, Thon- und Talkerde, deren jede sich wieder in zwei verschiedene Grundstoffe, in einen metallähnlichen und luftartigen zerlegen läßt.

Das Wasser, nicht nur das des Meeres, dem man gar bald seine salzige Beimischung anmerkt, sondern auch das sogenannte reine Süßwasser unserer Quellen und Flüsse ist ebensowenig als die Erde oder als die einzelnen Erdarten ein einfaches Element. Selbst das destillirte Wasser besteht aus zwei Grundstoffen, welche nach ihrer Trennung die Luftform annehmen und davon der eine, welcher von brennbarer Natur ist, das Wasserstoffgas, der andre das Sauerstoffgas ist, von welchem wir noch viel werden zu reden haben. Jener Brahmine, der das Gebot seiner Religion, keine Thiere zu tödten, auf's Genaueste erfüllt zu haben meinte, erschrack nicht wenig, als ihm ein Europäer unter dem Mikroskop die unzählbar vielen, kleinen Thierchen zeigte, welche in jedem Tropfen seines Trinkwassers lebten. Und so ist auch das Wasser der Erde ein ungeheurer Sammelplatz nicht nur von aufgelösten Theilen der Salze und anderer Mineralkörper, sondern von unzählbaren Heeren lebendiger Wesen und ihrer todten Leichname.

Nicht viel anders als bei der Erde und dem Wasser ergeht es uns, wenn wir die vermeintliche Einfachheit der Luft, als eines Urelementes, einer genaueren Prüfung unterwerfen. Der Luftkreis, der unsern Erdkörper umgibt, der über den Gipfeln der höchsten Gebirge schwebt, und in alle Höhlen und Tiefen, sogar in das Wasser hineindringt, besteht durch und durch zunächst aus zwei, ihrem Wesen nach grundverschiedenen Luftarten, davon die eine, weil die Thiere in ihr allein nicht athmen und leben können, sondern ersticken müssen, die Stickluft, oder das Stickgas heißt, die andere aber das schon als Bestandtheil des Wassers erwähnte Sauerstoffgas ist, welches, weil es das Athmen und hiemit das Leben der Thiere unterhält, auch Lebens-

luft genannt wird. Außer diesen beiden Hauptluftarten unseres irdischen Dunstkreises sind demselben auch noch mehrere andere Gasarten, Wasserdampf und nicht selten sehr verschiedenartige Dünste beigemischt, die aus den Körpern der Erde aufsteigen und aus ihrer Auflösung erzeugt werden.

Wenn man das Feuer nicht als das, was es eigentlich ist, als eine Bewegung, eine Kraftäußerung betrachten, sondern es in die Reihe der übrigen drei Elemente, als ein körperliches Wesen stellen wollte, dann dürfte man nicht vergessen, daß wenigstens unser irdisches Feuer zunächst aus der Verbindung von zwei Elementen hervorgeht, deren eines der Zündstoff, das andere der Brennstoff ist. Der Brennstoff kann von sehr verschiedener Art seyn: Kohle, Schwefel, Phosphor und Wasserstoffgas; der Zündstoff aber ist und bleibt fast immer das Sauerstoffgas. Selbst in seinen Kraftäußerungen, so könnte man sagen, erscheint das Feuer als etwas Zusammengesetztes, denn es wirkt ebensowohl wärmend als erleuchtend.

Wenn wir demnach unter einem einfachen Element oder Grundstoff ein solches körperliches Wesen verstehen, welches sich durch seine besondern, bestimmten Eigenschaften von allen andern irdischen Stoffen unterscheidet, und durch unsere Kunst sich nicht weiter in mehrere verschiedene Elemente zerlegen läßt, dann weiß uns die Naturlehre der neuesten Zeit freilich eine ungleich größere Zahl von Elementen zu nennen und zu beschreiben als die ältere Zeit. Ihre Summe ist schon nahezu sechszig (bis 58 oder 59) angewachsen, wovon jedoch nur die Hälfte (kaum dreißig) für die Wissenschaft wie für den Haushalt des Menschen einige Bedeutung haben, neben denen die anderen nur als Curiositäten erscheinen, welche, wie das komische Erbium und sein Begleiter Therbium, kaum halb so viel als eine Erbse an Gewicht betragend, in einigen Steinen gefunden werden, deren Art so selten ist, daß man selbst in der einzigen Gegend der Erde,

wo sie entdeckt wurden, auf der scandinavischen Halbinsel und auf der Insel Bornholm, nur ganz kleine Quantitäten davon erbeutet hat, an denen nichts bemerkenswerth ist als ihre große Seltenheit.

Man kann alle diese Grundstoffe, der leichteren Uebersicht wegen, in zwei Hauptordnungen: in nicht metallische und in metallische theilen. Jede dieser Hauptordnungen zerfällt in zwei Reihen, eine positive und eine negative. Die ersteren, die positiven Grundstoffe, sind solche, die mit dem Sauerstoffgas verbunden, die Grundlage, gleichsam den Brennstoff, oder das positive Element, jener Körper bilden, die wir später unter dem Namen der Salze beschreiben werden, während die andern, im Vereine mit Sauerstoffgas oder irgend einem Stellvertreter desselben Säuren erzeugen, welche das negative Element der Salze darstellen, indem sie, wenn man das Salz an der Voltaischen Säule zersetzt, als polarisch ergänzende Stoffe, am positiven oder Zinkpol sich ansammeln (nach C. 17). Freilich verhalten sich auch die negativen Grundstoffe, namentlich die der ersten Ordnung, gegen einander sehr häufig wie Brennstoff zum Zündstoff. Namentlich gilt dieß vom Schwefel, vom Phosphor, vom Kohlen- und Wasserstoff, in Beziehung derselben auf das Sauerstoffgas. Wenn aber der Schwefel unter günstigen Umständen mit negativen Metallen in Verbindung tritt, dann bewirkt er, als Zündstoff, ebenso ein Verbrennen derselben mit lebhafter Flamme, als dieß bei andern brennbaren Körpern das Sauerstoffgas thut, und in einer ähnlichen oder verwandten Art können alle negativen Stoffe, im Wechselverkehr mit den positiven, diesen, als Zündstoff, die Stelle des Sauerstoffgases vertreten, während die positiven den Brennstoff darstellen. In allen besondern Fällen aber verhält es sich hier ebenso wie bei den elektrisch-polarischen Spannungen, wo nach C. 12 ein Körper, wenn er an einem andern gerieben wird, gegen diesen als negativ sich verhalten kann, während er, mit einem dritten

zusammengerieben, zu diesem eine positive Spannung annimmt. Im Vergleich mit dem Eisen ist das Holz ein weicher Körper, denn man kann dasselbe mit dem Messer oder mit dem Meisel in alle möglichen Formen schneiden; im Vergleich aber mit einem hartgesottenen Ei, oder noch mehr mit der Butter, ist das Holz ein harter Körper, denn mit einem buxbaumenen Messer pflegt man beides eben so leicht zu schneiden, als mit dem stählernen Messer das Buxbaumholz. Der Sapphir schneidet, in der Form eines scharfen Splitters, in alle andern Steine hinein, aber von dem Demant wird er selber geritzt und geschnitten; der Bergkrystall und der Feuerstein werden von den meisten Edelsteinen an Härte übertroffen, und dennoch gehen sie in dieser Eigenschaft allen Steinen vom Geschlecht des Kalkes voran. So muß man es auch, um dieß hier nur vorläufig zu erwähnen, bei der Anordnung der Grundstoffe in positive und negative sich gefallen lassen, daß in einer und derselben Reihe solche zusammengestellt werden, die sich zwar, und dieß in sehr augenfälliger Weise, der eine zu einem andern seiner Genossen positiv (als Brennstoff) verhalten, im Ganzen aber dennoch, für eine große Zahl der andern Grundstoffe die Stelle des negativen Gegensatzes, oder des Zundstoffes vertreten.

Wir führen nun die bisher von den Chemikern aufgezählten Grundstoffe vorläufig nur ihren Namen und ihrer Stellung nach an, wobei immer der voranstehende gegen den nachfolgend negativ erfunden wird, indem wir zugleich die wichtigeren, allgemeiner verbreiteten oder nutzbaren auch für das Auge in etwas auszeichnen.

Erste Ordnung. Nichtmetallische Elemente.

A. Negative Reihe.

Sauerstoff, **Chlor**, Brom, Jod, Fluor, **Schwefel**, **Phosphor**, Selen, **Stickstoff**, **Kohlenstoff**, Boron, **Kieselgrundstoff**, **Wasserstoff**.

B. Positive Reihe.

Kalium, Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Beryllium, Zirconium, Yttrium, Thorium (Erbium, Therbium).

Zweite Ordnung. Metallische Elemente.

A. Negative Reihe.

Arsenik, Spießglanzmetall, Tellur, Osmium, Molybdän, Scheelmetall, Chrom, Vanadium, Tantal, Titan.

B. Positive Reihe.

Cerium, Lanthan, Uran, Mangan, Eisen, Nickel, Kobalt, Zink, Cadmium, Zinn, Wismuth, Blei, Kupfer, Quecksilber, Silber, Palladium, Didym, Rhodium, Platin, Iridium, Gold.

Ehe wir zu einer näheren, besondern Betrachtung dieser eben genannten Grundstoffe übergehen, sprechen wir zuerst nur von den Hauptzügen, darinnen die beiden Ordnungen der metallischen und der nichtmetallischen sich von einander unterscheiden.

Im Allgemeinen erkennt man die Metalle an ihrem vollkommenen Metallglanz, an ihrer Undurchsichtigkeit, großen Fähigkeit, die Wärme (und die Elektrizität) zu leiten, vor Allem aber an ihrem sehr großen Eigengewicht (ihrer Schwere) worinnen sie alle das Wasser wenigstens fünfmal übertreffen. Im Gegensatz mit den metallischen Grundstoffen zeigen die nichtmetallischen einen viel schwächeren Zug der Schwere, hinab nach dem Mittelpunkt der Erde, oder vielmehr nach der Gesammtmasse derselben hin; sie haben ein viel geringeres specifisches Gewicht; mehrere von ihnen erscheinen im reinen (unvermischten) Zustand nur in der Form der leichten, über Wasser und Land schwebenden Luftarten. Beide, die metallischen und die nichtmetallischen Grund=

stoffe gehen unter einander, vor Allem aber mit dem Sauerstoff Verbindungen ein. Dabei zeigt sich nun zwischen beiden darinnen ein wesentlicher Unterschied, daß die metallischen Elemente in ihrem Verein mit dem Sauerstoffgas bei gleichem Rauminhalt (specifisch) leichter werden, so daß irgend ein Maaßtheil Kupfer oder Eisen, der vorher drei Pfund hatte, nach seiner Verbindung mit dem Sauerstoffgas nur zwei Pfund wiegt, oder anders ausgedrückt, zu einem Umfange von anderthalb Maaßtheilen sich ausgedehnt hat. Dagegen bilden die, dem Anscheine nach den Metallen ähnlichen Grundlagen der Erden und Laugensalze, welche man eben dieses Anscheines wegen Metallähnliche (Metalloide) genannt hat, in ihrer Verbindung mit dem Sauerstoffgas, Körper, welche schwerer sind als die metallisch glänzende Grundlage derselben für sich allein war. Denn diese ist bei mehreren von ihnen so leicht, daß sie, wie Holz, auf dem Wasser schwimmt, in welchem die Sauerstoffverbindung alsbald untersinkt, obgleich auch sie die Eigenschwere der eigentlichen, reinen Metalle noch nicht erreicht. In Beziehung vielleicht auf den mächtigen Zug ihrer Schwere finden sich die Metalle mehr in der Tiefe der Erde; die Sauerstoffverbindungen der Metalloide bilden, als Erdarten, die feste Rinde des Planeten, mehrere andere, in der ersten Reihe der nichtmetallischen, das Gewässer und den Luftkreis der Erde.

Die Körper der beseelten (organischen) Wesen, die Pflanzen und Thiere, bestehen vorzugsweise und großentheils aus den Elementen des Wassers und des Luftkreises. Den Herrscher unter diesen, sowie in gewisser Hinsicht unter allen Grundstoffen der irdischen Körperwelt, beschreiben wir zuerst.

28. Von dem Sauerstoffgas und von dem Verbrennen.

Der Luft, in welcher wir leben, und welche, wie ein großes, klares Auge, die Lichtstrahlen und Lichtkräfte der Gestirne auffaßt und in unser eigenes Auge hineinstrahlt,

strahlt, hatte kein Naturforscher der früheren Zeiten es angesehen, daß sie allenthalben, auf den Bergen wie im Thal, im kalten Grönland wie im warmen Afrika, vorzugsweise aus zwei Luftarten zusammengemischt sey, welche, draußen im Freien, immer in einem sich gleichbleibenden Verhältniß ihrer Menge, sowohl dem Gewicht als dem Raumumfang nach, bei einander gefunden werden. Die eine dieser beiden Luftarten, die in allen ihren Eigenschaften bedeutungsvollere und wichtigere, ist, wie bereits erwähnt, das Sauerstoffgas, die andere das Stickgas.

Daß der Zutritt der Luft beim Verbrennen der Körper, ebenso wie bei der Gährung der Flüssigkeiten und beim Athmen der Thiere und Menschen, etwas wesentlich Nothwendiges sey, davon war Jeder, der offene Augen hatte, aus alltäglicher Erfahrung überzeugt; wie und was aber eigentlich die Luft dabei wirke und woher die Flamme entstehe, das blieb ein Räthsel, dessen nahe liegende Lösung die gelehrten Naturforscher sich selbst dadurch erschwerten, daß sie bei ihren Erklärungen der Thatsachen von einer nicht aus der Natur, sondern aus ihrer Phantasie hervorgegangenen, allerdings sinnreich erscheinenden Annahme ausgingen, nach welcher das Flammen der brennenden Körper zunächst durch das Hervortreten eines in ihnen Allen enthaltenen Feuerstoffes, Phlogiston genannt, entstehen sollte. Obgleich in der Lehre vom Phlogiston, wenn sie etwas anders aufgefaßt wird, ein wahrer Sinn verborgen liegt, hatte man dennoch über dem einseitigen Festhalten an ihr die Beachtung des Sauerstoffgases und seiner Wirksamkeit beim Verbrennen der Körper zu sehr versäumt, während doch diese Luftart mit ihren wesentlichen Eigenschaften schon in den Jahren 1774 und 1775 durch den Engländer Priestley und den Deutschen Scheele entdeckt und beschrieben war. Von dieser Zeit an hatte der französische Chemiker Lavoisier sich fortwährend mit der Untersuchung über die Wirksamkeit des Sauer-

stoffgases, zunächst bei dem Verkalken der Metalle und dann bei dem Verbrennen der Körper beschäftigt, bis er im Jahr 1789 in überzeugender Weise den Antheil nachwies, den das Sauerstoffgas dadurch an jenen Erscheinungen nimmt, daß es mit den Körpern eine chemische Verbindung eingeht.

Wenn man unter eine Glasglocke, die mit ihrem untern Rande im Wasser steht, und hiedurch von der äußern Luft abgesperrt, übrigens aber selbst mit Luft gefüllt ist, Phosphor auf einer über dem Wasser stehenden Unterlage verbrennt, dann sieht man allmählig die Luft in der Glocke abnehmen und in demselben Verhältniß das Wasser in dem leergewordenen Raum derselben emporsteigen. Nachdem nun in dieser Weise etwas mehr als der fünfte Theil der eingeschlossenen Luft, dem Rauminhalte nach, verzehrt worden ist, verlischt der brennende Körper, denn die fast vier Fünftheile derselben, die noch übrig blieben, sind Stickluft, in welcher, wie schon erwähnt, eben so wenig ein Verbrennen der Körper als ein Athmen der Thiere möglich ist. Man kann das Ausscheiden des in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoffgases aus seiner Vermischung mit dem Stickgas auch dadurch herbeiführen, daß man das Innere der Glasglocke mit einer Retorte (Destillirkolben) in Verbindung setzt, darin Quecksilber bis nahe zu seinem Siedepunkt erhitzt wird. Das Metall verbrennt zwar hiebei nicht, wie dieß unter Zutritt der Luft bei dem der Erhitzung ausgesetzten Schwefel oder Phosphor geschieht; aber es geht dennoch eine Veränderung mit ihm vor, welche mit dem Verbrennen der Körper wesentlich übereinstimmt: das Quecksilber verliert seinen Metallglanz und seine zinnweiße Farbe; es wird zu einem röthlichen Pulver, das sich zu seinem Metall ebenso verhält, wie die Kohle zu dem Stück Holz, aus dem sie durch's Verbrennen entstanden ist.

Hatte man vor den so eben erwähnten Versuchen die Luft genau abgewogen, oder ihr Gewicht aus dem

(nach Cap. 2 dieses Abschnittes) bekannten Verhältniß des Raumumfanges zu dem des Wassers bestimmt, und daraus gefunden, daß die in der Glasglocke befindliche Luft gerade 1000 Gran wog, dann überzeugt man sich durch abermaliges Abwägen, daß dieses Gewicht durch das Verkalken des Quecksilbers um 233 Gran (fast ein Loth) abgenommen habe. Gerade um eben so viel wiegt aber der neuentstandene pulverartige Metallkalk mehr, als vorher das reine Metall gewogen; dieses hat jenen Theil der Luft in sich aufgenommen, der jetzt von der Gesammtmasse der Gasarten abgeht. Woraus aber dieser verlorengegangene Theil bestanden habe, das erfährt man, wenn man das nämliche röthliche Pulver des Quecksilberkalkes in einer kleinen Glasretorte über einer Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge stark erhitzt, denn der Metallkalk zersetzt sich jetzt von neuem in reines Quecksilber, das zunächst als Dampf in einem Ballon aufgefangen wird und hier wieder zu seiner tropfbar flüssigen Form zurückkehrt, und in Luft, welche in eine hiezu bestimmte Vorlage durch Wasser emporsteigt. Wenn man diese Luft genauer untersucht, dann erkennt man alsbald an ihren Eigenschaften, daß sie nicht gewöhnliche atmosphärische Luft, sondern reines Sauerstoffgas sey.

Die Eigenschaften, wodurch dieses Gas sich auszeichnet, sind folgende: Es ist um ein Zehntheil schwerer als die atmosphärische Luft, so daß 10 Maaßtheile desselben eben so viel wägen als 11 Maaßtheile gemeine Luft. Im Vergleich mit dem in der Glasglocke zurückgebliebenen Stickgas ist das Eigengewicht des Sauerstoffgases noch bedeutender; denn wenn man den gesammten Raum, den die beiden Luftarten mit einander in der cylindrischen Glasglocke einnahmen, in 100 Theile theilt, dann ist die räumliche Ausdehnung derselben durch das Hinwegkommen des Sauerstoffgases nur um 21 solcher Theile geringer geworden; der Stickstoff für sich allein füllt 79 derselben aus, weil sein Eigengewicht zu

dem des Sauerstoffgases sich fast nur wie 7 zu 8 verhält.

Diese Eigenschaft jedoch, durch welche die Lebensluft vor dem Stickgas und vor der atmosphärischen Luft sich auszeichnet, würde nur mit großer Mühe erkennbar seyn; darum pflegt man sich zur Unterscheidung der ersteren an andre Kennzeichen zu halten, welche selbst dem Anfänger leicht in's Auge fallen. Unser gemeiner Feuerschwamm, so wie Kohlen und Zunder, kommen, wenn man sie auch an einer hellen Lichtflamme anzündet, in der atmosphärischen Luft dennoch blos zum Glimmen, nicht zum hellauflodernden Entflammen. Taucht man dagegen diese Körper, so wie sie nur an einem Ende ein wenig zum Glimmen gekommen sind, in reines Sauerstoffgas, da lodern sie sogleich in helle Flammen auf und verzehren sich in wenigen Augenblicken. Ja, was noch mehr ist, wenn man ein Stücklein glimmenden Feuerschwamm oder glühende Kohle an das Ende einer stählernen Uhrfeder befestigt, und sie in das Sauerstoffgas bringt, dann verbrennt nicht nur der Schwamm, sondern auch die Stahlfeder mit heller Flamme, so daß die niederträufelnden heißen Schlacken zuweilen tief in das Glas sich hineinschmelzen, ja dieses durchlöchern. Kleine Thiere, welche man unter eine Glasglocke voller Sauerstoffgas hineinsperrt, werden darin ganz ungewöhnlich munter und aufgeregt. Wäre die Glocke mit gemeiner atmosphärischer Luft gefüllt, dann würde diese vielleicht nur auf 2 Stunden hinreichen, um das Bedürfniß des Athmens zu befriedigen und das Thier am Leben zu erhalten; die gleiche Quantität reines Sauerstoffgas aber reicht fünf= bis sechsmal weiter aus; das Thier lebt, ohne Gefahr zu ersticken, fünf= bis sechsmal länger in demselben, weil keine anziehende Kraft des Stickstoffes seine Lungen hindert, selbst den letzten noch unverzehrten Rest des Sauerstoffgases einzusaugen, und weil die ausgeathmete Kohlensäure an das Wasser des Untersatzes übergeht.

Das, was schon von der atmosphärischen Luft allein gilt: die Fähigkeit, das Verbrennen der Körper wie das Athmen der Thiere zu unterhalten, das ist in einem noch viel höher gesteigerten Maaße eine Eigenschaft des Sauerstoffgases. Und da jener Theil der atmosphärischen Luft, welcher nach der Hinwegnahme des Sauerstoffgases noch zurückbleibt, weder die Flamme eines brennenden Körpers, noch das Athmen und Leben eines Thieres unterhalten kann, so sieht man daraus, daß die atmosphärische Luft diese wohlthätigen Eigenschaften nicht dem größeren, sondern dem kleineren Theil ihrer Gesammtmasse: dem Sauerstoffgas, verdanke, dessen Begleiter, der Stickstoff, bloß als ein hemmendes, mildernde Gegengewicht dem reißend schnellen Verlauf des Verbrennens entgegensteht. Denn wenn unser ganzer Luftkreis aus reinem Sauerstoffgas bestünde, dann würde jeder glimmende Funke, der einem für gewöhnlich auch schwer entzündlichen Stoffe sich nahete, einen für unsre gewöhnlichen Mittel fast unlöschbaren Brand erregen. Die Hitze, die man erzeugen kann, wenn man auf glühende Kohlen oder andre brennbare Körper einen Strom von reinem Sauerstoffgas hinleitet,ist so heftig, daß man in ihr auch die am schwersten schmelzbaren Metalle zum Fließen bringen, andre, sonst sehr feuerbeständige Körper verglasen oder in Dampf verwandeln kann. Auch das thierische Leben würde, wenn nicht der Lebensluft als ein wohlthätig zurückhaltender Begleiter das Stickgas zur Seite stünde, rascher, wenn auch in mächtig aufgeregterer Weise, zu Ende laufen, als in dem ordnungsgemäß bestehenden Verhältniß der irdischen Dinge.

Alles demnach, was in das Gebiet der so eben beschriebenen Erscheinungen gehört, ist zunächst nur dem Sauerstoffgas, sey dieses rein oder mit Stickgas gemischt, zuzuschreiben. Was wir deßhalb hier von den Verbindungen der irdischen Grundstoffe und zusammengesetzter Körper mit dem Sauerstoff sagen wollen, das gilt ebensowohl von ihnen, wenn dieselben unter günstigen

Umständen in der gemeinen atmosphärischen Luft, als wenn sie im reinen Sauerstoffgas vor sich gehen.

Wenn der Phosphor, wenn der Schwefel, der Kohlenstoff, oder, was schon schwieriger ist, der Stickstoff mit dem Sauerstoffgas der Luft verbunden oder zum Theil unter deutlicher Lichterscheinung verbrannt werden, dann bildet sich ein Stoff, der im Wasser auflöslich, auch auf unsre Zunge in eigenthümlicher Art wirkt, und den wir wegen dieser eigenthümlichen Wirkung auf unsern Geschmackssinn eine Säure nennen. Diese verschiedenen Verbindungen führen deßhalb den Namen Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure (Stickstoffsäure) und Kohlensäure, davon die zuletzt genannte unsern sogenannten Sauerbrunnen ihren Namen gegeben hat. Aus diesem Grunde hat die Luftart, welche das Verbrennen wie als Lebensluft den Fortgang des Athmens erhält, den Namen des Sauerstoffgases oder des Säure erzeugenden (auf Griechisch Oxygen) empfangen. Wenn man aber ein Metall, wie etwa den Zink oder Zinn und Eisen, unter einem starken Grad der Hitze im Sauerstoffgas verbrennt, dann zeigt sich zwar auch, namentlich beim Zink, eine Flamme; das aber, was bei dieser Verbindung entsteht, ist keine auf unsre Geschmacksorgane in der erwähnten Weise wirkende Säure, sondern, wie wir dieß schon vom Quecksilber bemerkten, größtentheils nur ein mehlartiges, erdiges Pulver oder sonst ein Stoff von geringerem Zusammenhalt, als das reine Metall hatte, welcher in Beziehung auf die Weise seines Entstehens (vom Oxygen) Oxyd genannt wird, ein Name, den wir in der Folge öfters in den des Metallkalkes umtauschen werden. Dieser ist überall eine Verbindung des metallischen Grundstoffes mit dem Sauerstoffgas, welches zuweilen in solcher Ueberfülle in diese Vereinigung eingeht, daß man namentlich aus dem Oxyd des Mangans oder Graubraunsteinerzes durch bloße Erhitzung den Sauerstoff in seiner natürlichen, luftartigen Form entbinden und gewinnen kann. Doch werden wir gleich

nachher auch noch einige andre Weisen bezeichnen, die zur Darstellung der Lebensluft führen. Denn diese findet sich als mächtig waltender Bestandtheil in allen jenen Körpern, aus denen die Hauptmasse der Erdoberfläche besteht; wie die Sonne bis zu den äußersten Gränzen der Kometenbahnen hin alle Weltkörper ihres Systemes mit dem Zuge ihrer Schwerkraft trägt und als Königin sie beherrscht, so kann man dasselbe von der Lebensluft in Beziehung auf ihr Verhältniß zu den andern Grundstoffen sagen. In ihnen allen ist ein mehr oder minder starker Zug zu dieser Herrscherin, der zur chemischen Vereinigung mit derselben hinführt; nur an einem einzigen, vermuthlich einfachen Element, dem Feuer, konnte man bisher den Zug nach dem Sauerstoffgas noch nicht nachweisen. Wie ein Abbild und Stellvertreter der Sonne in der irdischen Körperwelt, wird das Sauerstoffgas beim Verbrennen der Körper ein Quell des Lichtes und der Wärme; sein Einfluß wirkt mild belebend und bekräftigend auf die Pflanzen, deren Samen zunächst nur durch ihn zum Keimen kommen; er zeigt sich der Lebenskraft des Thieres in jeder ihrer bildenden und bewegenden Wirkungen hülfreich und förderlich.

Obgleich schon allein durch das Athmen der Thiere eine ungeheure Menge des Sauerstoffgases verbraucht und in Kohlensäure verwandelt wird, die zum Athmen nicht mehr tauglich ist, ein Verbrauch, der für einen einzelnen Menschen jährlich 800 Pfund beträgt, würden dennoch alle auf Erden lebenden Menschen und Thiere, wenn auch nicht beständig ein neuer Ersatz des Abganges stattfände, der Berechnung nach 800,000 Jahre an dem Vorrath der Lebensluft genug haben, der in der Atmosphäre in freiem Zustande enthalten ist. Denn wenn diese Gesammtmasse des Sauerstoffgases zu einer großen Kugel vereint werden könnte, welche durch und durch von der gleichen Dichtigkeit wäre, wie die Lebensluft in den niedersten Regionen der Atmosphäre, dann

würde jene Kugel einen Rauminhalt von mehr denn 2 Millionen Kubikmeilen erfüllen. Wenn aber auch der Abgang durch das Athmen der Thiere so wie durch das Verbrennen der Körper (wobei z. B. durch ein Pfund Holz $4^{1}/_{8}$ Pfund Luft für das Athmen wie für die Unterhaltung der Flamme untauglich gemacht werden) noch vielmal größer wäre, als er wirklich ist, so würde dennoch, nach dem natürlichen Verlauf der Dinge, auch ein solch' riesenhaft großer Zeitraum des Verbrauches die lebende Thierwelt noch nicht in Gefahr des Erstickens bringen. Denn nicht nur haucht, wie wir das später sehen werden, das Grün der Pflanzenwelt unter dem Einfluß des Sonnenlichtes das reine Sauerstoffgas aus, indem es die Kohle aus der Kohlensäure abscheidet und zu seiner Ernährung verwendet, sondern es gibt außer diesem noch unzählige Arten der Entbindung der Lebensluft, wodurch diese der Atmosphäre zurückgegeben wird. Namentlich gehören zu diesen dem Auge unsichtbaren Quellen des reinen Sauerstoffgases jene Heere der kleinen mikroskopischen Thiere, deren Billionen selbst unsre stehenden Landgewässer und das feuchte Erdreich bevölkern, wovon wir bei andrer Gelegenheit reden werden.

Das Sauerstoffgas stehet, wie wir vorhin im 27sten Capitel sahen, an der Spitze aller negativen Grundstoffe; es hat unter allen den entschiedensten negativen Charakter. Was heißt aber dieß anders, als daß es, gleichwie der leere Raum für den Zudrang der Luft und des Wassers, so für den alldurchdringenden, allbewegenden Einfluß jener schöpferischen Naturkraft zugänglich und empfänglich sey, welche in tausendfältigen Formen die Welt des Leiblichen umfaßt und zusammenordnet. Wie die Sonne für die Weltkörper ihres Systemes, so wird die Lebensluft eben durch das hohe Maaß ihrer aufnehmenden Empfänglichkeit für denselben, den andern Elementen ein Träger und Vermittler des allwaltenden, schöpferischen Einflusses.

29. Das Stickstoffgas.

Während das Sauerstoffgas, wie wir so eben sahen, in allen Körpern als wesentlicher Bestandtheil gefunden wird, aus denen die Hauptmasse der Erdoberfläche besteht, gilt dieses keineswegs so von seinem beständigen, treuen Begleiter in der Atmosphäre: dem Stickstoffgas. Dieses ist den Bestandtheilen des Steinreiches nur äußerst selten, zunächst nur in jenen Salzen beigesellt, welche aus der Auflösung organischer Stoffe ihren Ursprung nahmen; erst im Körper der beseelten Wesen, vornämlich der Thiere, kommen beide atmosphärische Gasarten wieder zusammen und vereint vor.

Die Weise, in welcher in unsrem Luftkreis das Sauerstoffgas und das Stickstoffgas, nach einem sich sehr nahe gleich bleibenden Verhältniß der Gewichtsmengen wie der räumlichen Ausdehnung verbunden vorkommen, hat etwas höchst Eigenthümliches. Im Wasser ist das Sauerstoffgas mit dem Wasserstoffgas zu einem gemeinsamen Körper chemisch verbunden; keines dieser beiden Elemente ist als solches noch erkennbar; keines kann in seiner Eigenschaft wirksam werden, und dasselbe gilt im Ganzen von allen chemischen Verbindungen des Sauerstoffgases mit einem positiven Grundstoffe. Dagegen bleibt das Sauerstoffgas der Atmosphäre mitten in seiner Vermengung mit dem Stickgas, wie sich dieß beim Verbrennen und beim Athmen zeigt, im freien Besitz seiner wesentlichen Eigenschaften, obgleich der zusammenhaltende Zug, der die beiden Luftarten zu einem Ganzen vereint, so mächtig ist, daß der Zug der Eigenschwere, der jeden derselben hinab nach der Erdmitte führt, dadurch aufgehoben wird. Wäre dieses nicht so, dann würde sich das specifisch schwerere Sauerstoffgas überall nach den tieferen Gegenden des Dunstkreises hinabsenken, das leichtere Stickgas würde wie das Oel, das man mit Wasser mengt, überall ein Streben zeigen, sich in die höheren Regionen zu erheben. Das ganz

Entgegengesetzte haben jedoch die neuesten Untersuchungen der Luftmengen gezeigt, aus denen hervorgeht, daß die Atmosphäre ganz in der Nähe des Meeresspiegels $^1/_2$ Prozent Sauerstoffgas weniger enthalte, als in den höher gelegenen Regionen.

Die wechselseitige Anziehung, durch welche die beiden Hauptluftarten der Atmosphäre zu einem gleichmäßigen Ganzen vereint sind, mag an jene erinnern, welche zwischen Mond und Erde statt findet. Diese beiden Weltkörper bleiben auch an allen Punkten ihrer gemeinsamen Bahn um die Sonne in gleichem mittleren Abstand von einander gesondert; jeder von ihnen steht in seinen Eigenschaften selbstständig für sich da, und dennoch bilden beide ein zusammengehöriges, eng verbundenes System.

Man gewinnt den Stickstoff schon in der so eben im 28. Cap. erwähnten Weise, indem man durch das Verbrennen oder Verkalken (Oxydiren) eines Körpers, welcher eine große Anziehung gegen das Sauerstoffgas hat, dieses aus der atmospärischen Luft hinwegnimmt. Eine leichtere Weise, den Stickstoff rein, in seiner Abgeschiedenheit von dem Sauerstoffgas darzustellen ist die, daß man 16 Loth Schwefelblumen mit 27 Loth Eisenfeilspänen und Wasser zu einem breiartigen Gemenge vereint und dieses in eine luftdicht verstöpselte Flasche bringt, so daß es etwa den sechsten Theil ihres Innern einnimmt, die übrigen fünf Sechstel aber leer, das heißt nur von der zugleich mit eingeschlossenen atmosphärischen Luft eingenommen sind. Wenn man das Gemenge einige Stunden lang schüttelt, dann wird das Sauerstoffgas von dem Schwefeleisen aufgenommen, die Luftmenge hat sich dabei um 21 Hunderttheile ihres anfänglichen Umfanges vermindert, und die von ihr noch übrigen 79 Hunderttheile sind Stickgas. Zu demselben Zweck der Abscheidung des Sauerstoffgases gelangt man auch, wenn man feinen Bleischrot, im Gewichtsverhältniß von 17 zu 1 mit Wasser vermischt in einem luft-

dicht verschlossenen Behältniß drei Stunden lang schüttelt. Denn dann oxydirt sich das Blei, wobei das Oxygen von ihm aufgenommen wird.

Auf eine noch viel leichtere und austräglichere Weise kann man sich übrigens reines Stickgas bereiten, wenn man in einer Retorte ein Gemenge von zwei Theilen Salpeter und einen Theil Salmiak einer hinlänglich starken Erhitzung aussetzt. Es entwickelt sich hiebei Luft, die sich, wenn man sie durch Kalkmilch in einen Gasbehälter emporsteigen läßt, als reine Stickluft zu erkennen gibt.

Als Eigenschaft des Stickstoffgases, außer seiner geringen Schwere, wurde bereits erwähnt, daß, wie sein Name andeutet, Thiere in ihm ersticken, Feuer und Kerzen in ihm verlöschen. Man hat sich dieser Wirkung des Stickgases in London schon dazu bedient, um Thiere, die zum Schlachten bestimmt waren, schnell in ihm zu tödten, wodurch, wie man behauptet, das Fleisch einen angenehmeren Geschmack und eine Frische bekam, in welcher es sich länger aufbewahren ließ als das Fleisch der in gewöhnlicher Weise geschlachteten Thiere. Ebenso wie das Stickgas mit dem Brennstoff eines entzündeten Körpers, und mit dem Kohlenstoff, der beim Athmen der Thiere sich ausscheidet, keine Verbindung eingeht, hat derselbe in seinem unvermischten Zustand auch keinen Zug zu den Metallen, und man erkennt daran seine vollkommene Reinheit, daß erhitztes Kupfer oder Eisen, wenn man sie in dasselbe eintaucht, nicht anlaufen, was alsbald geschieht, wenn auch nur noch ein kleiner Antheil Sauerstoffgas mit ihm vermengt ist, mit welchem das Metall sich verbinden (oxydiren) kann.

Auch mit seinem gewöhnlichsten Gefährten, dem Sauerstoffgas, verbindet sich das Stickgas, so lange es in seinem natürlichen, luftförmigen Zustand ist, sehr schwer, und fast nur unter dem Einfluß der Lebenskraft oder andrer, dieser verwandten Naturkräfte, wie namentlich der Elektrizität. Die verschiedenen Theile und Aus-

sonderungen thierischer Körper, namentlich getrocknetes Fleisch, Horn, Wolle und Seide enthalten zum Theil ein Zehntel ihres Gewichtes an Stickgas, das sich beim Faulen und Zersetzen derselben durch die Hitze mit Wasserstoffgas verbindet und mit ihm das nachher zu erwähnende Ammoniak- oder Salmiakspiritusgas bildet. Wie in thierischen, so findet sich auch in vielen vegetabilischen Erzeugnissen das Stickgas. Wenn man solche thierische oder vegetabilische Körper, so lange ihr Stickstoff noch fest gebunden, nicht zu Gas geworden ist, mit Kalk gemischt und in feuchtem Zustand der freien Luft aussetzt, dann erwacht in dem Stickstoff ein Zug nach der Verbindung mit dem Sauerstoff, den beide in ihrem luftförmigen Zustand nicht hatten; sie vereinen sich und werden jetzt zu Salpetersäure, welche, mit dem Pflanzenkali (Pottasche) verbunden, den gemeinen Salpeter, oder mit Kalkerde den salpetersauren Kalk bilden. Der Salpeter findet sich in mehr oder minder reiner Gestalt, sowohl in den Höhlenräumen mancher Kalkgebirge und in Erdlagen, wo im Verlauf der Zeiten viele organische Körper oder Körpertheile in Zersetzung übergegangen waren, als auch in Viehställen und andern durch die Natur oder Kunst geschaffenen Sammelplätzen thierischer oder vegetabilischer Abgänge. Aus dem Salpeter gewinnt man die Salpetersäure dadurch, daß man jenen fast zu gleichen Theilen dem Gewicht nach mit Schwefelsäure überschüttet und dann das Gemeng einer allmähligen Erhitzung aussetzt. Die Salpetersäure wird hiebei von der Schwefelsäure, die einen stärkeren Zug zu dem Laugensalz (Kali) hat, ausgetrieben; sie verwandelt sich in Dampf und geht in hellen Tropfen in die Vorlage über. Wenn man diese Flüssigkeit noch mit etwas Wasser verdünnt, so gibt sie das Scheidewasser, so genannt, weil man früher, vor Anwendung der Schwefelsäure zu solchem Zwecke, das Silber durch dasselbe vom Gold zu scheiden pflegte, was auch vollkommen gelang, wenn der Gehalt des

Goldes in dem Metallgemisch nicht zu groß war, wenn das Silber wenigstens drei Viertheile der Mischung ausmachte. Denn wenn eine größere Menge des Goldes darinnen war, dann überwog der Zug desselben zu dem Silber den der Salpetersäure so weit, daß, wenigstens ein bedeutender Theil des Silbers, vom Golde gehalten wurde.

Dadurch, daß man die Dämpfe der Salpetersäure über glühende Eisenfeilspäne in einen Flintenlauf streichen läßt, kann man jene zersetzen. Denn dann verbindet sich das in ihr mit dem Stickstoff vereinte Sauerstoffgas mit dem Eisen, und das reine Stickgas geht als solches, durch Wasser emporsteigend und abgekühlt, in die Vorlage über. Auf diese Weise hat man gefunden, daß die Salpetersäure aus 14 Theilen Stickstoff und 40 Theilen Sauerstoffgas zusammengesetzt sey. Man kann jedoch dieser Säure in verschiedener Weise einen Theil ihres Sauerstoffes entziehen, so daß sie, als salpetrige Säure, nur 32 Gewichtstheile Sauerstoffgas auf 14 Theile Stickgas, als sogenanntes Stickstoffoxydgas 16 auf 14, als Stickstoffoxydulgas 8 auf 14 Sauerstoff mit Stickstoff vereint enthält. Wir bemerken schon hier eine Steigerung der Gewichtsverhältnisse, nach welcher die beiden Stoffe sich verbinden, die nicht in Stufen von kleinen Bruchtheileu, sondern in gleichmäßigen Abständen der ganzen Zahlen geschieht. Denn die Menge des in die Verbindung eingehenden Sauerstoffes verhält sich bei diesen verschiedenen Formen wie 8, 16, 32 und 40, wobei noch die sogenannte untersalpetrige Säure übergangen wurde, in der sich der Sauerstoff zum Stickstoff wie 24 zu 14 verhält. Die einzelnen Abstufungen gehen mithin wie die Absätze einer Terrasse, davon jeder 8 Fuß Höhe und 14 Fuß Breite hat, genau abgemessen von 1 zu 2, 3, 4, 5, ein Verhältniß, das uns auch nach vielen andern Seiten hin wichtig werden wird.

Die Salpetersäure, wie alle Säuren, wandelt das Blau der Pflanzenfarben in roth um, färbt die Wolle

gelb, kann dagegen eben so gut zum Bleichen des Wachses benutzt werden, dem sie seine gelbe Farbe entzieht. Wenn man ein Pfund Salpetersäure mit 2 bis 3 Pfund Salzsäure (wovon wir nachher reden werden) vermischt, dann erhält man aus dieser Mischung das sogenannte Königswasser, in welchem Gold und Platina sich auflösen, obgleich keine der beiden Säuren für sich allein diese Metalle angreift. Wenn man 50 Theile Salpeter, 4 Theile Kohle und 8 Theile Schwefel wohl zusammenmengt und dann körnt, so wird daraus das Schießpulver, dessen Wirkung, wie bereits Cap. 21 erwähnt wurde, darauf beruht, daß die Kohle mit dem Sauerstoff der Salpetersäure sich verbindet und mit dem freigewordenen Stickstoff zugleich zur Luftform sich ausdehnt, welche einen mehrere tausend Mal größern Raumumfang einnehmen, als sie vorher im Pulver hatten. Von 27 Theilen des Gewichtes des Pulvers sind hierbei 16 zu einem Gas geworden, davon fast vier Fünftheile (33 Siebentheile) die Kohlensäure ausmacht.

30. Das Wasserstoffgas.

Wie schon oben (im Cap. 27) angeführt wurde, ist das Wasser keineswegs, so wie man vor Alters meinte, ein einfaches Element, sondern es ist selber aus zwei Elementen oder einfachen Grundstoffen zusammengesetzt. Hievon überzeugt man sich leicht, wenn man den Dampf des siedenden Wassers durch einen glühenden Flintenlauf streichen läßt, in welchem Eisenfeilspäne enthalten sind. Aus der Mündung des Flintenlaufs entwickelt sich dann nach einiger Zeit eine Luftart, die man durch geeignete Vorrichtungen auffangen kann und die sich als der eine Grundstoff des Wassers, als Wasserstoffgas, von dem andern, dem Sauerstoffgas, der mit dem Eisen eine Verbindung einging, getrennt hat. Wenn das Gewicht des Wassers, das man in Dampf verwandelt hat, neun Quentchen betrug, dann wird man finden, daß die Luft, die aus dem Flintenlauf ausströmte, wenn man sie in eine

mit Wasser gefüllte Metallkugel hinaufsteigen und das Wasser aus derselben herausdrängen läßt, zwar gegen $14\frac{1}{2}$ Mal weniger wiege als die atmosphärische Luft, mehr denn eilftausend Mal leichter denn Wasser, daß aber denoch ihr Gewicht in der oben (im 21. Cap.) angegebenen Weise sich genau als ein Quentchen bestimmen lasse. Acht Quentchen des Gesammtgewichts, welches das Wasser hatte, fehlen mithin noch, aber um gerade so viel sind die Eisenfeilspäne im glühenden Flintenlauf schwerer geworden: sie haben sich dabei in ein schwärzliches, pulverartiges Gemeng — in Eisenoxydul verwandelt. Das Sauerstoffgas war mithin im Wasser den Gewichtsverhältnissen nach wie acht zu eins verbunden, nicht wie im Stickstoffoxydul wie 8 zu 14. Auch auf vielen andern Wegen kann man das Wasser in seine beiden Grundstoffe zersetzen, namentlich dadurch, daß man eine Zinkstange in eine Mischung von vier Theilen Wasser und ein Theil Schwefelsäure hineinlegt. Wenn dieß geschehen ist, dann sieht man vom Zink eine Menge Luftblasen aufsteigen, welche sich, in einer Vorlage gesammelt, als reines Wasserstoffgas zu erkennen geben, das man, wie schon erwähnt, zum Füllen von Luftballons benutzen kann. Statt des Zinks kann man sich übrigens auch des Eisens bedienen, durch welches dieselbe Zersetzung des Wassers bewirkt wird.

Eine der interessantesten Weisen, das Wasser in seine beiden Grundstoffe zu zersetzen, wurde bereits im 17. Cap. beschrieben. Am negativen Pol einer Volta'schen Säule scheidet sich das Wasserstoffgas, am positiven das Sauerstoffgas aus. Wenn die Polarenden der Säule in Platinastifte ausgehen, dann erhält man beide Elemente in ihrem reinen, luftartigen Zustand; und wenn man jedes derselben in einem besondern Glascylinder auffängt, dann kann man deutlich bemerken, daß der Raum, den das Wasserstoffgas einnimmt, genau doppelt so groß ist als der, welcher durch das Sauerstoffgas ausgefüllt wird. Denn wenn das erstere, bei seinem Aufsteigen in

den mit Wasser erfüllten Cylinder, oder in irgend ein andres zu diesem Zweck gebrauchtes Gefäß, zwei Quart Wasser herausdrängte, hat sich das andre nur an die Stelle von einem Quart Wasser gesetzt; die beiden Gasarten waren mithin im Verhältniß von zwei Maaßtheilen zu einem verbunden gewesen. Weil aber das Sauerstoffgas um reichlich ein Zehntheil schwerer wiegt als die atmosphärische Luft, und 16mal schwerer denn das Wasserstoffgas, haben dennoch die beiden Maaßtheile des letzteren nur den achten Theil des Gewichts, den ein Maaßtheil des ersteren besitzt. Wenn deßhalb das Wasser, welches man durch die Wirksamkeit der elektrischen Polarisation zersetzte, 9 Quentchen wog und vor seiner Zersetzung einen zur Aufnahme dieser Portion genau geeigneten, kleinen Becher ausfüllte, dann wird das Wasserstoffgas aus seiner Vorlage 1324, das Sauerstoffgas 662 solche Becher Wassers herausdrängen, jenes wird, obgleich nur ein Quentchen wiegend, den Raum von reichlich $10\frac{1}{3}$ Pfund, dieses den Raum von reichlich $5\frac{1}{6}$ Pfund Wassers einnehmen.

Auch dieses Verhältniß der räumlichen Ausdehnung oder der körperlichen Größen, in welchem sich die beiden Gasarten vereinen, hat für die Lehre von den chemischen Verbindungen der Grundstoffe eine große Bedeutung, wie wir dieß im 58. Cap. noch weiter eingehend beachten werden. Hier erwähnen wir nur, daß, wenn die beiden Elemente des Wassers zwar noch nicht zur tropfbar flüssigen, wohl aber zu einer dampfähnlichen Form sich verbinden, in welcher sie auch nicht mehr Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, sondern ein wirkliches Wasser in Gasform (Wassergas) sind, sie nach dem Erkalten den Raum nicht von zwei und ein oder drei, sondern zusammen nur von zwei Maaßtheilen oder Räumen einnehmen. In dieser seiner Gas- oder Dampfform ist das Wasser fast überall der atmosphärischen Luft unsichtbar beigemischt.

Wir kehren jedoch von Neuem zur Betrachtung der Wirksamkeit der elektrischen Polarisation und zu der Zersetzung des Wassers zurück.

An der Voltaischen Säule ist es, bei der gewöhnlichen Art ihrer Zusammensetzung, der Zinkpol, welcher, weil er selber von entschieden positiv elektrischer Spannung ist, aus dem Wasser, das er zersetzt, das negative Element — den Sauerstoff hervorhebt, der sich, wenn der Polardraht auch von Zink ist, mit diesem Metall verbindet — dasselbe oxydirt. Dagegen wird am Kupferpol das Wasserstoffgas entwickelt, dessen Element sich, wenn jener Pol in ein Ende ausgeht, welches aus oxydirtem Metall besteht, noch ehe es die Luftform annimmt, mit dem Sauerstoff des Metallkalkes zu Wasser verbindet, so daß das Metall in seinen reinen Zustand zurückversetzt — reducirt wird. Das Zinkmetall empfängt in der Voltaischen Kette erst dadurch das Vermögen, das Element des Sauerstoffgases aus dem Wasser zu entbinden und mit diesem sich zu vereinen, daß es durch seine Berührung mit dem Kupfer in starke elektrische Spannung versetzt wird; eine Spannung, die sich dadurch noch würde steigern lassen, daß man statt des Kupfers Platina oder Gold zur Fertigung der Metallplatten wählte. Ueberhaupt kann aber jene positiv elektrische Spannung, vermöge welcher der Zink sich oxydirt, auch durch andre Körper hervorgerufen werden, als durch ein festes Metall, wie uns dieß die vorhin erwähnte Zersetzung des Wassers durch eine Zinkstange oder durch Eisen lehrt, die man in stark mit Wasser verdünnte Schwefelsäure eintaucht. In Berührung mit dieser Säure wird das Metall eben so kräftig positiv als an dem Zinkpol der Voltaischen Säule; es verbindet sich mit dem Sauerstoff zum Oxyd, und dieses löst sich alsbald in der Schwefelsäure auf, zu welcher es einen sehr starken Zug hat. Eine Wirksamkeit in entgegengesetzter Richtung äußert das Platinametall, wenn man dieses in sehr feine Blättchen schlägt oder in Pul=

verform aus einer Auflösung in sogenanntem Königswasser (Cap. 29) niederschlägt. Wenn man über ein solches trockenes, fein zertheiltes Metall Wasserstoffgas hinstreichen läßt, dann gerathen beide in eine so starke elektrische Spannung, daß das Metall zu glühen anfängt, wobei das Wasserstoffgas mit dem Sauerstoffgas, das in der Atmosphäre oder in eng zusammengehäuftem Zustand in den Zwischenräumen des Platinastaubes enthalten ist, sich entzündet und zu Wasser vereint.

Obgleich das Wasserstoffgas, wo es mit dem Sauerstoffgas in Berührung treten kann, durch jeden Funken, durch jede Lichtflamme sich entflammt, ist dasselbe dennoch für sich allein nicht genügend, die Flamme eines brennenden Körpers oder das Athmen eines Thieres zu unterhalten; jene erlischt, dieses stirbt in reinem Wasserstoffgas. Wenn man eine Schlaguhr unter eine Glasglocke setzt, die mit dieser Luftart gefüllt ist, dann nimmt die Glocke beim Schlagen für unser Ohr einen merklich höheren Ton an als ihr gewöhnlicher ist; alle Töne klingen im Wasserstoffgas höher, und wenn dieses in einer geringen Menge der Luft beigemengt wird, so daß es, ohne Nachtheil für das Leben und die Gesundheit, noch eingeathmet werden kann, dann gibt es auch der Stimme einen höheren Ton.

In unsern meisten brennbaren Körpern ist Wasserstoff enthalten, namentlich beträgt in 100 Pfund gut getrocknetem Brennholz seine Gewichtsmenge gegen sechs Pfund, in Oel verhältnißmäßig fast doppelt, in Weingeist mehr denn doppelt so viel. Beim Brennen aller solcher Körper ist es ganz vorzüglich der Wasserstoff, welcher der Flamme ihre Hitzkraft gibt, denn unter allen brennbaren Stoffen erzeugt das Wasserstoffgas bei seiner chemischen Vereinigung mit dem Sauerstoffgas die meiste Wärme. Mit dieser Fähigkeit der Wärmeerzeugung steht aber die der Lichtentwicklung nicht in gleichem Verhältniß; das brennende Wasserstoffgas leuchtet nur sehr schwach, wir würden seine Flamme für sich

allein nicht zur Beleuchtung unsrer Zimmer brauchen können, wenn ihm nicht fast überall in den brennbaren Körpern der Kohlenstoff beigesellt wäre, der, wie wir nachher sehen werden, der Flamme in vorherrschendem Maaß ihr helles Licht gibt. Aber eben jene starke Hitzkraft, welche das brennende Wasserstoffgas entwickelt, hat zu einer Benützung desselben Veranlassung gegeben, die selbst für manche Gewerbe von Wichtigkeit geworden ist. Wenn man nämlich das Wasserstoffgas in einem hiezu geeigneten Gefäß durch die Druckpumpe stark zusammenpreßt, dann strömt dasselbe durch einen verschließbaren Hahn, sobald dieser geöffnet wird, mit großer Gewalt heraus und gibt, wenn man es anzündet, eine zwar schwachleuchtende, dabei aber sehr stark hitzende Flamme, daß man in dieser selbst das Platinametall schmelzen kann. Man nennt diese Vorrichtung das Knallgebläse, weil man das Wasserstoffgas auch Knallluft genannt hat, wegen seiner Eigenschaft, mit dem Sauerstoffgas unter einem lauten, knallenden Getös sich zu entflammen. Eine Eigenschaft, welche auf die plötzliche starke Ausdehnung der beiden Gasarten durch die Hitze ihrer Flamme begründet ist, und welche nicht blos die gefährlichen Erscheinungen beim Entzünden der brennenden Schwaden in Kohlenbergwerken und manchen Kellern, oder das Zersplittern leicht zerbrechlicher Gefässe, in denen die Entzündung geschieht, sondern durch das bloße Wasserstoffgas das gefahrbringende Zerspringen der Dampfkessel zur Folge haben kann, wenn diese nicht von Kupfer, sondern von Eisen gemacht sind und dabei, weil etwa der Zufluß des Wassers von außen, zur Speisung des Kessels versäumt wurde, das Eisen in jenen Zustand des Rothglühens gerieth, wodurch das Wasser zersetzt wird.

Nur in dem vorhin erwähnten, genau abgewogenen Verhältniß der Maaßtheile zu den Gewichtstheilen verbindet sich das Wasserstoffgas mit dem Sauerstoffgas zu Wasser. Eine andre Zusammengesellung der beiden

Gasarten, wobei nur ein Maaßtheil Wasserstoff auf einen Maaßtheil Sauerstoff kommt, ist zwar durch die menschliche Kunst erzwungen worden, aber ein solches Gemisch zersetzt sich bei jeder leichten Berührung; es wirkt zerstörend auf Farben und Gewebe der Pflanzenkörper, wie der menschlichen Haut.

Das Wasserstoffgas verbindet sich mit dem Stickstoff zu einer Luftform, welche nur halb so viel Raum einnimmt als beide Gasarten vor ihrer Vereinigung erfüllten. Diese allbekannte Luftart, die sich überall da erzeugt, wo thierische Körper oder Körperstoffe in Zersetzung übergehen, heißt Ammoniakgas, oder Salmiakdampf, und der stark auf die Geruchsorgane wirkende sogenannte flüchtige Salmiakgeist oder die Ammoniakflüssigkeit ist eine Verbindung jener Luftart mit dem Wasser, die dasselbe sehr begierig in sich aufnimmt.

Das Ammoniakgas besteht den Gewichtsverhältnissen nach aus 14 Theilen Stickstoff und 3 Theilen Wasserstoffgas, den räumlichen Größen nach nur aus drei Maaßtheilen des leichten Wasserstoffgases und einem Maaßtheil Stickstoff, welche übrigens beide zusammen nach ihrer Verbindung nur den Raum von zwei (statt vier) Maaßtheilen einnehmen. Während das Stickgas in seinen verschiedenen Verbindungen mit dem Sauerstoffgas die Natur und die Eigenschaften einer Säure (nach Cap. 29) annimmt, empfängt es in seiner Vereinigung mit dem Wasserstoffgas alle Eigenschaften eines Laugensalzes. Das Ammoniak wird auch diesem gemäß flüchtiges Laugensalz zum Unterschied von den beiden andern, festen benannt. Erst bei einem Grad der Kälte von 36 R. unter dem Gefrierpunkt verliert dasselbe seine Luftform und erscheint in tropfbar flüssiger Gestalt.

Es wird hier der schicklichste Ort seyn, um von dem Unterschied der Laugensalze oder Alkalien und der Säuren zu reden. Dasselbe, gegenseitig sich ergänzende Verhältniß, derselbe Zug zur wechselseitigen Vereinigung,

wie zwischen dem Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, wird in verstärktem Maaße, zwischen den Laugensalzen und Säuren gefunden. Aus Wasserstoff und Sauerstoff sind die Gewässer, aus dem Verein der Säuren und Alkalien, so wie aus den Säuren- und Laugensalzähnlichen Erden sind die Hauptmassen der uns bekannten Erdveste, die Gebirgsarten wie die Salze, gebildet.

Eine, wenn auch minder bedeutende Eigenschaft der Laugensalze im Allgemeinen, namentlich insoweit diese befähigt sind, den tropfbar flüssigen oder dampfförmigen Zustand anzunehmen und hiedurch zersetzend auf Körper zu wirken, die aus Bestandtheilen von ähnlicher Beschaffenheit gebildet sind, ist die, daß die blauen Pflanzenfarben durch die Säuren roth, durch die Laugensalze grün werden; Flüssigkeiten, darinnen etwas Citronensäure oder Essig enthalten ist, der Saft von Johannisbeeren, die Säure unsres Weines, erzeugen, wenn sie auf solche gewebte Stoffe kommen, aus denen ein Theil unsrer Kleidungsstücke bestehen, sobald diese durch Blauholz oder durch andre blauliche Pflanzenstoffe gefärbt sind, rothe Flecken, die Laugensalze dagegen grüne. Am empfindlichsten für solchen Einfluß ist das Lakmusblau, welches man deßhalb auf Papier aufträgt, um daran ein Mittel zu haben, das Vorhandenseyn auch ganz kleiner Spuren von Laugensalzen oder von Säuren zu entdecken. Für unser Geschmacksorgan werden die eigentlichen, im Wasser auflösbaren Säuren durch ihren eigenthümlichen sauren Geschmack, die Laugensalze durch einen beitzend scharfen erkennbar. Auf die Metalle oder Metalloxyde der positiven Reihe wirken die Säuren auflösend, mit den Metalloxyden der negativen Reihe gehen die Laugensalze Verbindungen ein, indem jene Oxyde die Stelle der Säuren vertreten. Den mächtigsten Zug zur Vereinigung haben die Laugensalze gegen die Säuren. Die bewegende Kraft dieses Zuges kann man kaum in einem andern Fall deutlicher wahrnehmen als in dem, wo das luftförmige, leicht beweg-

liche Ammoniak in die Nähe einer Säure gebracht wird. Als eine solche, freilich sonst nur in sehr uneigentlichem Sinne, verhält sich selbst das Wasser zum Ammoniak, indem jenes, wenn man ein Glas, das mit Ammoniakgas gefüllt ist, mit der Mündung nach unten gekehrt darüber stürzt, eben so rasch in das Gefäß eindringt, als wenn dieses ganz luftleer wäre, weil sogleich eine Verbindung der Flüssigkeit mit dem Glas erfolgt. Je stärker aber die auflösende Flüssigkeit ist, welche entweder als eine eigentliche Säure, oder als der Stellvertreter einer Säure wirksam war, desto stärker ist der Zug des Laugensalzes nach der Vereinigung mit ihr. Wenn man deßhalb zwei Gläser, das eine mit dem Ammoniakwasser, das andere mit Salzsäure gefüllt, neben einander stellt und über beide eine Glasglocke deckt, dann findet man nach kurzer Zeit in der ersteren Schale nur noch bloßes Wasser; das Ammoniak hat sich vollständig in das andre Glas, zur Salzsäure hinübergezogen und mit dieser ein Salz, den Salmiak, gebildet. Hierauf gründet sich das Verfahren, manche geschlossene Räume unserer Wohnungen, z. B. Viehställe und andre Sammelpläze thierischer Aussonderungen von dem Ammoniakgas zu reinigen, dessen länger fortwährender Einfluß der Gesundheit der Thiere wie der Menschen, namentlich an ihren Augen, schädlich werden kann. Man sezt nämlich an solche Orte breite Schalen mit Salzsäure, welche das Ammoniak an sich zieht, sowie man umgekehrt andre Räume, die von sauren Dämpfen durchdrungen sind, von diesen reinigt, indem man Ammoniakgas in dieselben hineinläßt.

Beide Gegensäze nämlich, der des äzenden Laugensalzes und jener der zersezenden scharfen Säuren, verlieren ihre besondern Eigenschaften, sobald sie sich in wechselseitiger Durchdringung ihrer Theile vereinen, so vollkommen, daß an dem neu entstandenen Körper weder noch eine Spur von der Wirksamkeit der Säure, noch von der des Laugensalzes gefunden wird, ebenso

wie der Wasserstoff seine Brennbarkeit, der Sauerstoff seine Zündkraft und seine säureerzeugende Eigenschaft, beide aber ihre Luftform verlieren, wenn sie chemisch zur Form des Wassers sich vereinen. Das Stickstoff- wie das Wasserstoffgas sind beide geschmack- und geruchlos, und dennoch gibt ihr Verein das so stark auf den Geruchssinn, wie, nach seiner Auflösung in Wasser, auf den Geschmackssinn wirkende Ammoniak. Beide, die ätzende Schärfe des Ammoniaks, wie die saure des Essigs, gehen in der Vereinigung zum essigsauren Ammoniak in ein Salz über, das weder sauer noch alkalisch schmeckt. Die einseitige Wirkung einer Säure wird deßhalb durch ein Laugensalz und umgekehrt aufgehoben, so daß man namentlich durch die wässrige Ammoniakflüssigkeit die rothen Flecken, welche an verschiedenen Zeugen durch Säuren erzeugt worden waren, vollkommen wieder austilgen kann, wenn die befleckten Zeuge nicht schon vorher in Wasser getaucht oder gewaschen waren. Auch Moderflecken tilgt man durch Ammoniak. Das Sauerstoffgas, so sahen wir im 28. Cap., befördert und steigert die Keimkraft der Pflanzen, und dasselbe thun, in schicklicher Weise angewendet, mehrere im Wasser verdünnte Säuren. Die entgegengesetzte Wirkung hat die Ammoniakflüssigkeit, welche sich hiebei als Widerspiel der Säuren und des Sauerstoffgases verhält. Diese tödtet Pflanzen, welche man mit ihr begießt; sie zerstört die Keimkraft in Getraidekörnern wie in Kartoffeln, ohne jedoch dieselben zum Genuß untauglich zu machen, weßhalb man Kartoffeln mehrere Tage in einer stark mit Wasser verdünnten Ammoniakflüssigkeit liegen läßt, um sie für die Verproviantirung der Schiffe wenigstens auf ein ganzes Jahr geschickt zu machen.

Das reine Ammoniakgas ist leichter als die gemeine Luft, und durch die Vermischung mit ihm wird auch das Wasser spezifisch leichter, so daß man an dem verhältnißmäßig geringeren Eigengewicht der Ammoniakflüssigkeit den Grad ihrer Stärke erkennt.

Man gewinnt das Ammoniak durch Erhitzen und Destillation, namentlich aus allerhand thierischen Substanzen, wie Horn, Knochen, fauligem Fleisch und Fellen. Auch aus Pflanzenstoffen entwickelt es sich durch die Hitze, namentlich aus Fliederblüthen und Blättern. In anderer Weise stellt man Ammoniak dar, wenn man zwei Theile gepulverten, ungelöschten Kalk mit einem Theil Salmiak (salzsaurem Ammoniak) in einer Retorte erhitzt. Der Zug des Kalkes zur Salzsäure ist stärker als der des Ammoniaks; darum wird dieses, ebenso wie das Wasserstoffgas bei der Verbindung seines Sauerstoffs mit Eisen, ausgetrieben. Auch durch das Erhitzen eines Gemenges von einem Theil angefeuchteter Pottasche, zwei Theilen Salpeter und 40 Theilen Eisenfeilspänen gewinnt man Ammoniakgas.

31. Der Kohlenstoff.

Neben den schon beschriebenen drei Grundstoffen der Atmosphäre und des Wassers ist der Kohlenstoff durch seine Eigenschaften, sowie durch die Art seines Vorkommens, für uns der wichtigste und interessanteste. Er bildet nebst jenen drei andern Elementen einen Hauptbestandtheil unsres eigenen Körpers, sowie all seiner Nahrungsmittel; ohne den Kohlenstoff würde unsern Oefen und Herden bald das Feuer, den Kerzen die erhellende Flamme fehlen; ohne ihn würde selbst auf dem innern Herd des Lebens der Quell der leiblichen Wärme bald versiegen. Der Kohlenstoff bildet den kostbarsten Edelstein — den Diamant, erfüllt als Steinkohlenlager ganze Räume der Gebirge, ist als Kohlensäure in unermeßbarer Menge mit der Kalkerde der Erdveste vereint, gibt dem Wasser unsrer Quellen ihren Wohlgeschmack, ist, wenn auch nur als Tausendtheil der Gewichtsmasse nach, ein wesentlicher Gemengtheil des zunächst uns umgebenden Luftkreises.

Er hat seinen Namen von der allbekannten Kohle unsres Holzes, obgleich dieser noch kein reiner Kohlenstoff

stoff ist. In reinerem Zustand erhält man diesen, wenn man in einer unten zugeschmolzenen Glasröhre ein Stück Zucker über einer Spirituslampe erhitzt; es steigen dann Dämpfe auf, die sich nach oben zu Wassertropfen, vermischt mit harzigen Theilen verdichten, der schwarze Rückstand ist Kohle. Ein zum Theil vollkommen reiner Kohlenstoff in unkrystallinischem (formlosen) Zustand ist der Graphit oder das Reißblei, aus welchem unsre Bleistifte verfertigt werden.

Während, wie wir im vorhergehenden Capitel sahen, in 100 Pfund gut getrocknetem Holz sechs Pfund Wasserstoffgas enthalten sind, beträgt in derselben Quantität Holz der Gehalt an Kohlenstoff 43³/₄ Pfund, welcher in der auf gewöhnliche Weise bereiteten Holzkohle großentheils zurückbleibt. Eine verhältnißmäßig viel geringere Menge von Kohlenstoff wird durch das Verkohlen von thierischen Körpertheilen erhalten, weil derselbe in der thierischen Kohle mit Stickstoff und zum Theil (wie im Knochen) mit erdigen Theilen vermischt ist.

Eine der augenfälligsten Eigenschaften des Kohlenstoffes und darum die bekannteste, ist sein Verhalten gegen das Licht, als fast vollkommen licht- und farbloser — schwarzer, sowie schwarzfärbender Körper. Der Kohlenstoff ist es, der durch seine Ablagerung unter der durchsichtigen Oberhaut des Menschenleibes, dem Neger seine schwarze Farbe gibt; er bildet ein Hauptmaterial zu unseren meisten und gewöhnlichsten schwarzen Farbestoffen, von der chinesischen Tusche an bis herab zum Bleistift. Die schwärzeste Farbe hat unter den Kohlen des Pflanzenreiches die des Bambusrohres, besser aber noch ist zum gewöhnlichen Gebrauch die Kohle der thierischen Knochen — das sogenannte Beinschwarz, dessen vollkommenste Qualität aus dem festen Elfenbein gewonnen wird. Eine andere brauchbare schwarze Farbe wird aus dem trockenen Rückstand des Weinhefen-Branntweins durch Verkohlen desselben in gut verschlossenen Gefäßen bereitet. Der Kohlenstoff für sich allein ist sehr

schwer brennbar, vermag einen sehr hohen Hitzgrad auszuhalten, weßhalb man sich seiner Beimischung, namentlich in der Form des Graphits, zur Bereitung von Schmelztiegeln bedient, welche außerordentlich feuerfest sind.

Mit all den eben erwähnten Eigenschaften des Kohlenstoffes scheinen andere, die man nicht minder deutlich an ihm bemerkt, in offenbarem Widerspruch zu stehen. Die Kohle wie der Graphit sind dunkle, undurchsichtige Körper, der krystallinische Kohlenstoff als Demant ist hellglänzend, wasserhell durchsichtig. Der Kohlenstoff für sich allein ist sehr feuerbeständig und schwer entzündbar; in seiner Vermischung, namentlich mit dem Wasserstoffgas, gibt er nicht nur ein höchst brauchbares Brennmaterial, sondern, wie an dem Farbenbild des Prisma's die wärmende Wirksamkeit nach dem rothen, die erhellende mehr nach dem gelben Strahl hinfällt, so scheinen sich auch jene beiden Grundstoffe bei ihrem Verbrennen in die beiden Eigenschaften des Feuers zu theilen, indem der Wasserstoff vorzugsweise die Hitze, der Kohlenstoff, gerade dieser lichtlose Körper, mehr das helle Leuchten der Flamme begründet.

Noch eine andere Eigenschaft der Kohle ist hier zu erwähnen, welche mit der Befähigung derselben zum Schwarzfärben im geraden Widerspruch zu stehen scheint, dieß ist das Vermögen derselben, die Körper zu entfärben. Durch die Kohle, namentlich durch die der gebrannten Knochen, wenn man sie nicht ganz fein gepulvert, sondern in mäßigen (etwa linsengroßen) Körnern anwendet, wird nicht nur dem rothen Wein, sowie ähnlichen dunklen Flüssigkeiten aus Pflanzenstoffen ihre dunkle Farbe genommen, sondern vor allem der mißfarbige Rohzucker (Farinzucker) so gänzlich entfärbt, daß er vollkommen weiß erscheint. Wenn man solchem in der doppelten Menge seines Gewichtes durch die Siedhitze aufgelösten Zucker höchstens ein Zehntheil des Gewichtes, das der Zucker hatte, zusetzt, dann das Gemisch, nachdem es

wohl durcheinandergerührt war, sich abklären läßt, wird dieser Zweck vollkommen erreicht.

Dieses Vermögen zum Entfärben flüssiger Stoffe gründet sich vornehmlich auf jene Macht der Anziehung, welche der Kohle, je lockerer sie ist, desto mehr, nicht bloß in Beziehung auf Wasserdämpfe und Feuchtigkeit, sondern auf alle Luftarten eigen ist. Die schwerste von allen, die Kohlensäure, wird in größter Menge von der Kohle aufgenommen und gleichsam eingeschluckt, so daß man berechnet hat, daß ein Cubikfuß gut ausgeglühte Holzkohle binnen 24 Stunden 35 Cubikfuß kohlensaures Gas in sich sauge. Ebenso, wie durch ein Kohlenfeuer im verschlossenen Raum eines Zimmers Menschen und Thiere erstickt werden, weil sich Kohlensäure dabei entwickelt, kann man auch umgekehrt Brunnenschachte und Keller, die mit dieser erstickenden Luftart erfüllt sind, von derselben reinigen, wenn man glühende Kohlen hineinbringt. Diese verlöschen alsbald darinnen, (denn die Kohlensäure hemmt das Verbrennen wie das Athmen); aber sie beginnen auch zugleich ihr wohlthätiges Geschäft des Einsaugens, durch welches sie sich nicht minder gegen Wasserdampf empfehlen, weshalb man Stahlwaaren in Kohlenpulver einpackt, um sie vor dem Rosten zu bewahren. Ebenso wie die Kohle zum Entfärben der flüssigen Stoffe dient, so ist sie auch brauchbar, um sie von fauligen Stoffen zu reinigen und dieselben geruchlos zu machen. Man pflegt deßhalb dem Branntwein durch Holzkohle den fuseligen Geruch und Geschmack zu benehmen, das Trinkwasser auf Schiffen vor dem Faulen, andere Flüssigkeiten vor dem Schimmeln zu schützen.

Der Kohlenstoff verbindet sich vor allem durch das Verbrennen mit dem Sauerstoffgas, und bildet mit diesem einen in der irdischen Körperwelt, wie bereits erwähnt, überall häufig vorkommenden Körper: die Kohlensäure. Diese besteht, ihren Gewichtsverhältnissen nach, aus 6 Theilen Kohlenstoff und 16 Theilen Sauerstoffgas. Aus Gründen, welche nachher einleuchten

werden, bezeichnen wir die Gewichtsmenge des Sauerstoffgases besser als 2mal 8, denn diese Luftart vereint sich, wie wir sehen, mit dem Wasserstoff im Verhältniß wie 8 zu 1, mit dem Stickstoff (zum Stickstoffoxydul) wie 8 zu 14 und diese Zahl 8 als einfaches Mischungsgewicht des Sauerstoffs, bildet gleichsam den Grundton all seiner Verhältnisse zu den andern Elementen der irdischen Körperwelt. Auch tritt bei anderer Gelegenheit der Sauerstoff mit dem Kohlenstoff unmittelbar in dem Verhältniß von 8 zu 6 zusammen, indem er bei dem unvollkommenen Verbrennen der Kohle, mit ihm das Kohlenoxydgas bildet.

Da die Kohlensäure in ihrem Verein mit der Kalkerde die unermeßbar großen Massen unserer Kalkgebirge bildet, kann man sie leicht und rein aus diesen Verbindungen darstellen. Schon die Glühhitze gibt, wie das Kalkbrennen lehrt, der gebundenen Kohlensäure ihre Luftform wieder; sie entweicht und läßt die Kalkerde in entsäuertem (ungelöschtem) sowie zugleich ganz entwässertem (ätzendem) Zustand zurück. Noch leichter gelingt die Entbindung der Kohlensäure aus der festen Form durch die Anwendung von Säuren, welche einen stärkeren Zug nach der Vereinigung mit der Kalkerde haben. Ein Tropfen Salpeter- oder Schwefelsäure, den wir auf Marmor oder Kreide schütten, bewirkt an diesen alsbald ein Aufbrausen, das heißt ein Hervordringen von Luftbläschen, welche reine Kohlensäure sind. Beim Verbrennen von Holz wie beim Athmen der Thiere bildet sich mit der Kohlensäure zugleich auch Wasser, sowie unter günstigen Umständen der Stickstoffwasserstoff, oder das Ammoniak und das Kohlenwasserstoffgas.

Die Kohlensäure in ihrer Luftform oder das Kohlensäuregas wiegt mehr denn anderthalbmal schwerer als die gemeine, atmosphärische Luft; sie sinkt deßhalb in dieser eben so zu Boden wie ein Stück solider Schwarzkohle im Wasser. Darauf gründet sich die Ansammlung des Kohlensäuregases in den Tiefen der Brunnen, der Bergschachte, sowie der Grotten und Keller. Fische, die

sich in einem Wasserbehältniß befanden, das an der vertieften Stelle eines Kellers angebracht war, darinnen einige Fässer mit gährendem Most stunden, starben, von der Kohlensäure erstickt, obgleich man an den höher gelegenen Theilen des Kellerbodens nichts von jener Gasart bemerkte, in welcher die Lichter sogleich verlöschen. Aus gleicher Ursache ersticken in der sogenannten Hundegrotte bei Neapel nur solche Hunde, deren niedrigere Statur über den Schwaden der Kohlensäure nicht hervorragt; und in dieser niedrigeren Region verlöschen auch die Lichter, obgleich der aufrecht stehende Mensch nicht die mindeste Beschwerde beim Athmen empfindet und ein Licht, das er in seiner Hand trägt, nicht verlischt. Aus einer Flasche, welche mit Kohlensäure gefüllt ist, kann man diese in eine andere Flasche, darinnen atmosphärische Luft ist, fast ebenso hineingießen, wie etwa eine schwerere, tropfbare Flüssigkeit in eine leichtere. Das kohlensaure Gas drängt die leichte Luft heraus, senkt sich zum Boden des Gefässes, und ein dort glimmender Schwamm löscht davon ebenso aus, als wenn er mit Wasser beschüttet würde. Nur durch einen außerordentlich hohen Grad der Zusammenpressung läßt sich die Kohlensäure aus ihrem gewöhnlichen gasförmigen Zustand in den tropfbar flüssigen hinüberführen, der jedoch bei ihr nur ein schnell vorübergehender ist.

Ungeachtet dieses Zuges der Schwere, vermöge dessen, wenn er für sich allein wirksam wäre, das kohlensaure Gas, das sich in so großer Menge durch das Verbrennen, durch die Gährung und durch das thierische Athmen entwickelt, immer vorherrschend in den tieferen Regionen der Atmosphäre angehäuft seyn müßte, wird es dennoch in den höheren Luftschichten ebenso vorgefunden wie in den niederern, ja zum Theil auf den Gebirgen noch mehr als in den ebenen Landstrichen. Eine Anziehung der Gasarten auf einander, wie wir dieselbe zwischen dem Stickstoffgas und Sauerstoffgas bemerken (nach Cap. 29), scheint von dieser Verbreitung des koh-

lensauren Gases durch den ganzen Luftkreis der Grund zu seyn. Und gerade in dem rechten, wohlthätigen Verhältniß für das Wachsen und Gedeihen der Pflanzen ist die Kohlensäure dem Luftkreis beigemischt. Wie der vollkommen reine Weingeist (Alkohol) auf unsern Magen, wenn er da hineingebracht würde, nur als ein zerstörendes, zersetzendes Gift wirken könnte, während er, in jenen kleinen Quantitäten, darinnen er dem Wein, wie dem Bier beigemischt ist, wohlthätig aufregend wirkt; so sieht man Pflanzen in einer künstlich abgesperrten Dunsthülle von lauterem kohlensaurem Gas verderben und absterben, während die geringe Beimischung dieser Luftart in der Atmosphäre zu ihrer Ernährung und Erhaltung dient. Denn unter dem Einfluß des Sonnenlichtes wirkt die Lebenskraft der Pflanze in jener Gasart eine Zersetzung, indem sie den Kohlenstoff derselben als Nahrungsmittel in den Kreislauf ihrer Säfte aufnimmt, während hierbei das Sauerstoffgas frei wird und entweicht. Gerade die Luftform, die der Kohlenstoff in seinem Verein mit dem Sauerstoff annimmt, macht ihn erst zum Nahrungsmittel für die Pflanze geschickt; die reine Kohle, dem Erdreich beigemischt, wirkt zwar auch unter gewissen Umständen begünstigend auf das Gedeihen der Pflanzen, nicht aber als eigentliches Nahrungsmittel, sondern auch aus anderem Grund. Selbst die Gährung und Fäulniß frischer Pflanzenfrüchte wird von diesen, wenn man kohlensaures Gas in wohlverschlossene Gefässe mit ihnen einsperrt, abgehalten; die Früchte nehmen dabei einen Geschmack an, als ob sie mit Weingeist eingemacht wären.

Schon das reine Wasser nimmt das kohlensaure Gas leicht in sich auf, oft in solcher Menge, daß wir an unseren sogenannten Sauerbrunnen jene Beimischung an ihrem säuerlichen Geschmack erkennen. Noch kräftiger wird jene Luftart von einer wässrigen Auflösung des ätzenden Kalkes angezogen, der sich hierdurch in kohlensauren verwandelt.

Von der Verbindung der Kohlensäure mit dem flüchtigen Laugensalz oder Ammoniak zu einem salzigen Körper, der namentlich dem heilsamen Minderers Geist (Spiritus Mindereri) seinen eigenthümlichen Geschmack gibt, war schon oben die Rede. Aber noch ungleich öfter als mit jenem Stickstoffwasserstoff wird der Kohlenstoff selber in der irdischen Körperwelt unmittelbar mit dem reinen Wasserstoff vereint gefunden. Man nennt diese Verbindungen das Kohlenwasserstoffgas, von welchem man nach dem Maaß und Gewichtsverhältniß der beiden Grundstoffe zwei Arten unterscheidet. Was die Gewichtsmenge betrifft, in welcher die beiden Grundstoffe sich vereinen, so sehen wir hier abermals jene Grundzahlen hervortreten, welche in den Verhältnissen der Mischungsgewichte der Grundstoffe etwas so Feststehendes sind, wie in den Schwingungszahlen oder in dem Längenmaaß der Saiten eines musikalischen Instrumentes (nach C. 7). Das Wasserstoffgas vereint sich im Verhältniß wie 1 zu 8 mit dem Sauerstoff, dieser im Verhältniß wie 8 zu 6 mit dem Kohlenstoff, dieser wie 6 zu 1 mit dem Wasserstoff zu dem schwereren sogenannten ölbildenden Gas, oder wie 6 zu 2mal 1 zum Sumpfgas (dem leichten Kohlenwasserstoffgas). Das letztere steigt nicht selten, in der Form von Luftblasen aus Sümpfen auf, wenn man an heißen Sommertagen mit einem Stock in den Schlamm hineinstößt, und wenn es rein genug ist, läßt es sich durch einen brennenden Span zur hellen Flamme entzünden. Da in ihm eben so wie im schweren Kohlenwasserstoffgas Thiere sehr schnell ersticken, und selbst kleine Quantitäten desselben, wenn sie mit der atmosphärischen Luft eingeathmet werden, der Gesundheit nachtheilig sind, schreibt man dem Sumpfgas hauptsächlich das Entstehen jener gefährlichen Krankheiten zu, von denen, namentlich in der heißen Zeit des Sommers, die Bewohner sumpfiger Gegenden befallen werden, so daß jenes Leiden hiervon den Namen des Sumpffiebers empfan-

gen hat. Auch der sogenannte feurige Schwaden, jene brennbare Luft, die sich in Kohlenbergwerken erzeugt, ist großentheils ein solches Kohlenwasserstoffgas; und die übelriechenden Gasarten, die sich beim Rösten des Flachses, wie beim Faulen thierischer und vegetabilischer Körper, entwicklen, haben nicht minder das Kohlenwasserstoffgas zu ihrem Hauptbestandtheil. Im Großen pflegt man dasselbe dadurch zu bereiten, daß man Brennöl tropfenweise auf glühendes Eisen fallen läßt, und die entstandene Luftart in einer schicklichen Vorrichtung auffängt.

Lange vorher, ehe man von der Zusammensetzung des Wassers aus brennbarer Luft und Sauerstoff eine Ahnung hatte, wußten es jene gewerbtreibenden Leute, die sich zu ihrem Geschäft der Steinkohlenfeuerung bedienen, daß die Kohlen besser brennen, wenn sie ein wenig angefeuchtet, als wenn sie trocken sind. Auch hatte man wohl bemerkt, daß, wenn beim Löschen eines großen Feuers durch unvollkommenes Spritzen nur eine kleine Menge Wassers auf die brennenden Balken kam, diese, statt zu verlöschen, nur desto heller aufflammten, gleich als hätte man Oel ins Feuer gegossen. Anjetzt kennt man den Grund von beiden: es bildet sich nämlich, wenn das Wasser zu Dampf wird, und die Gluth der Kohlen mächtig genug zu seiner Zersetzung ist, durch Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Sauerstoff das vorhin erwähnte Kohlenoxydgas, während zu gleicher Zeit das mit heller Flamme und großer Hitzkraft verbrennende Kohlenwasserstoffgas entsteht. Die Bestandtheile des letzteren finden sich aber schon im Holze, und verwandten organischen Körpern, wenn auch in anderem Verhältniß vereint. Wenn man deßhalb Holz oder Steinkohlen in eisernen Retorten einer Glühhitze aussetzt, ohne daß die Luft zutreten und sie entflammen kann, dann entwickelt sich aus ihnen das Kohlenwasserstoffgas, dessen man sich, indem man es durch Wasser in Röhren leitet, zur Gasbeleuchtung, so wie

auch wegen der großen Leichtigkeit, die selbst das ölbildende Gas im Vergleich zur gemeinen Luft besitzt, zum Füllen von Luftballons bedient. Durch jenes Verfahren, dabei man Steinkohlen, Holz, Pech, in einem von der äußern Luft abgeschlossenen Behältniß glüht, erzeugt sich vorzugsweise das schwerere Kohlenwasserstoffgas, darin nur 1 Theil Wasserstoff mit 6 Theilen Kohlenstoff vereint ist; zugleich geht auch der Sauerstoff, der in dem brennbaren Körper enthalten war, Verbindungen zu Wasser und Kohlenoxydgas ein; da aber seine Menge, um als Zündstoff zu dienen, zu gering ist, bleibt ein großer Theil der Kohle unverzehrt in der Retorte zurück.

Auch mit dem Stickstoff verbindet sich der Kohlenstoff; und aus dieser Verbindung besteht jene Kohle, die als Rückstand übrig bleibt, wenn man statt der Steinkohlen oder andrer Dinge von vegetabilischer Natur, thierische Stoffe, wie Horn, Leder, Fleisch, in einer eisernen Retorte glüht. Denn im thierischen Körper ist mit den schon beschriebenen 3 Grundstoffen auch der Stickstoff in ansehnlicher Menge verbunden, weshalb bei der trockenen Destillation statt des ölbildenden Gases eine starkriechende ammoniakalische Flüssigkeit sich entwickelt, und Kohlenstoff mit Stickstoff verbunden zurück bleibt. Wenn man solche Stickstoffkohle mit kohlensaurem Pflanzenkali (mit Potasche) glüht, dann entsteht eine Verbindung, welche man Cyan- oder Blaustoffkalium nennt, weil dieselbe, wenn man sie in einem gegen den Zutritt der Luft verschlossenen Gefäß mit Eisenfeilspänen in Wasser kocht, das Cyaneisenkalium liefert, welches unter dem Namen des blausauren Kalis häufig in chemischen Fabriken bereitet wird. Das gewöhnliche Verfahren hierbei ist, daß man der geschmolzenen Potasche mit der Stickstoffkohle zugleich auch Eisen zusetzt, und diese Stoffe in gußeisernen Gefäßen zusammenschmilzt, worauf die überflüssige Potasche in Wasser aufgelöst und aus dieser Mischung, durch

Abdampfen das Cyaneisenkalium in Krystallen dargestellt wird. Mit gelbgebranntem Eisenvitriol gibt dieses einen dunkelblauen Niederschlag, aus welchem, mit Thonerde vermischt, das bekannte Berlinerblau, oder durch anderes Verfahren das Pariserblau erhalten wird, eine Farbe, die sich gegen Sonnenlicht und den Einfluß der Säuren, nicht aber gegen den der Laugensalze (zum Theil selbst der Seife), sehr dauerhaft erweist.

Der Kohlenstickstoff geht auch mit dem Wasserstoffgas eine Verbindung ein, welche unter dem Namen der Blausäure bekannt, und ein sehr starkes Gift ist.

32. Das Chlor.

Dieser Grundstoff bildet, mit der metallischen Grundlage des mineralischen Laugensalzes oder des Natrons, unser gemeines Salz, das in unermeßbarer Menge Ablagerungen in den Gebirgen der Erde, und auf dem Boden vieler Steppen, so wie einen wesentlichen Gemengtheil im Gewässer der Meere und der Salzseen bildet. Man darf mithin das Chlor mit Recht zu den allgemeinst verbreiteten, und darum wichtigsten Elementen der irdischen Körperwelt zählen, um so mehr, da selbst in den Flüssigkeiten des menschlichen Körpers eine bedeutende Menge Salz gefunden wird, und das Salz für das Geschäft der Verdauung und Ernährung desselben im hohen Grade förderlich ist.

Man stellt das Chlor (den Salz-Grünstoff) in seinem reinen Zustand am leichtesten dar, wenn man 59 Gewichtstheile Kochsalz und 44 Braunstein mit 98 Theilen Schwefelsäure vermischt, welche durch 50 Gewichtstheile Wasser verdünnt ist. Wenn dieses Gemenge in einem Destillirkolben erhitzt wird, dann vereint sich der Sauerstoff, der im Braunstein enthalten war, mit dem Wasserstoffgas des zugesetzten Wassers seinerseits zu Wasser, während die 8, im Wasser enthaltenen Gewichtstheile Sauerstoffgas, aus demselben Grunde wie nach Cap. 30 das Zinkmetall in verdünnter Schwefel-

säure, sich mit der Metallgrundlage des Natrons verbinden, und nun zugleich auch mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Natron oder Glaubersalz vereinen, so daß jetzt das Chlor frei wird. Dieses nimmt alsbald die Luftform an, man läßt es in Flaschen aufsteigen, die mit Wasser gefüllt sind, welches heiß seyn muß, weil das kalte Wasser einen größern Theil des Chlors aufgelöst an sich behält.

Das Chlor, im freien Zustand, erscheint, wie schon erwähnt, als ein Gas, welches mehr denn 2mal so schwer denn Sauerstoffgas, 2⁴⁄₉mal so schwer, denn die gemeine Luft wiegt, von gelblichgrüner Farbe ist, einen durchdringend starken Geruch hat, und beim Einathmen ganz überaus heftig auf die Lungen wirkt, so daß krampfhafter Husten und Schnupfen, ja Blutspeien die Folgen davon seyn können. Dennoch verlöscht eine Kerze im Chlorgas nicht, sondern sie brennt mit stark rauchender Flamme fort, ja die meisten brennbaren Körper und selbst Metalle entzünden sich in ihm, wenn man sie in gepulvertem Zustand in dasselbe hineinbringt. Das Wasser löst, wenn es nicht so heiß ist, daß es dem Chlor seine Dampfform zu erhalten vermag, dieses in solcher Menge auf, daß zwei Maaß Chlorgas in einem Maaß Wasser zurückbleiben. Diese Auflösung riecht nach Chlor, sie hat aber die Eigenschaft, alle riechbaren Stoffe der organischen Körperwelt ganz geruchlos, die gefärbten farblos zu machen, oder wenigstens auf ihren Geruch und auf ihre Farbe veränderud einzuwirken. Dieser zersetzende Einfluß, den das Chlor auf organische Stoffe hat, ist wegen seiner Anwendung von großer Wichtigkeit; denn man hat sich seiner mit dem glücklichsten Erfolg dazu bedient, um solche Stoffe, die sich in der Luft oder an andern Körpern finden, und welche die Ansteckung gefährlicher Krankheiten bewirken, ganz zu zerstören und unschädlich zu machen. Noch allgemeiner hat man aber die entfärbende und reinigende Wirkung des Chlors dazu benutzt, um allerhand Gewe-

ben und andern Dingen, welche durch anklebende Stoffe aus dem Thier- oder Pflanzenreich beschmuzt oder gefärbt sind, diese Verunreinigung zu benehmen — sie weiß zu bleichen. Am vortheilhaftesten und leichtesten ist es, wenn man hiezu den Chlorkalk oder auch das Chlornatron anwendet. Den ersteren bereitet man, indem man Chlorgas durch eine wässerige Auflösung des ätzenden Kalkes, durch Kalkmilch, gehen läßt, welche hierdurch ganz klar wird, indem sich das Chlor, mit Kalk vereint, vollkommen im Wasser auflöst. In dieser Weise erhält man eine Auflösung des Chlorkalkes, welche sich, wenn sie vor dem Einfluß des Sonnenlichtes und der Luft verwahrt wird, ziemlich lange erhalten läßt, während ihr durch das Sonnenlicht ein Theil ihres Sauerstoffgases verflüchtigt, und hierdurch das Vermögen zum Zersetzen der Farben entnommen wird. Noch gewöhnlicher und allgemeiner anwendbar ist indeß jenes Verfahren, wobei man den ungelöschten Kalk nur mit so viel Wasser befeuchtet, daß er zu einem trockenen Pulver zerfällt, und dann ihn den Dämpfen des Chlors aussetzt, welche er begierig in sich aufnimmt. In dieser Form läßt der Chlorkalk ohne Schwierigkeit sich versenden und wenn man dann in Wasser ihn auflöst, zeigt er ganz dieselbe Wirkung, wie die eben beschriebene, ursprünglich flüssige Mischung des Chlorkalks mit Wasser. In den Krankenhäusern, darinnen ansteckende Seuchen herrschen, pflegt man mit günstigstem Erfolg die Leibwäsche der Kranken einen halben oder ganzen Tag lang in eine dünne Auflösung des Chlorkalks in Wasser zu weichen, und hält sich dann für versichert, daß aller Ansteckungsstoff, der an derselben haftete, vertilgt sei. Eben so reinigt man auch eingeschlossene Räume der Gebäude durch Hineinstellen des Chlorkalks von übelriechenden und der Gesundheit nachtheiligen Dämpfen. Das Bleichen der Leinwand wird dadurch im höchsten Grade erleichtert und beschleunigt, daß man dieselbe in eine sehr verdünnte Auf-

lösung des Chlorkalks einweicht, und dann abwechselnd wieder dem Einflusse der Luft und des Sonnenlichts auf kurze Zeit aussetzt. Der Kattun verträgt es bei dieser Gelegenheit, ohne dabei zu leiden, daß man ihn abwechselnd einmal in eine stark verdünnte Auflösung des Chlorkalks eintaucht, und dann wieder in einem Wasser durchknetet, welchem ein kleiner Antheil von Schwefelsäure beigemischt ist. Auch dem Branntwein wird durch einen kleinen Beisatz von Chlorkalk sein fuseliger Geschmack und Geruch benommen, und so zeigt sich das Chlor überall, wo es gilt, der fauligen Auflösung der organischen Stoffe Einhalt zu thun, und die Folgen derselben aufzuheben. Selbst gegen die Wirkung des Schlangengiftes hat sich die Anwendung des Chlor-Wassers, unmittelbar nach dem Bisse, wohlthätig heilsam erwiesen.

Aber nicht nur über das Reich des Todten, auch über das des Lebenden verbreitet sich der wohlthätige Einfluß des Chlors: erregend und fördernd. Im Magensaft der vollkommeneren Thiere wie des Menschen scheint das Chlor kein unwesentlicher Bestandtheil zu seyn, welcher der Auflösung der Nahrungsmittel und ihrer Verwandlung in den Speisesaft dient, der auf seinen weiteren Verwandlungsstufen zum Blute wird. Wenn man etwa 20 Tropfen von starkem Chlorwasser unter 2 Pfund Regenwasser mischt, und dann alte Pflanzensamen, welche nach dem gewöhnlichen Verlauf schon längst ihre Keimkraft verloren haben mußten, nachdem man sie vorher in gewöhnlichem Wasser geweicht hatte, 6 Stunden lang in dem überaus verdünnten Chlorwasser liegen läßt, wobei man sie unter dem kräftigen Einfluß der Sonnenstrahlen öfters umrühren muß, dann kann man selbst in dem scheinbar längst Erstorbenen ein neues Leben erwachen sehen. Noch augenfälliger ist der lebenanregende, die Entwicklung beschleunigende Einfluß des Chlors, wenn man ihn auf frische Pflanzensamen anwendet. So kann öfters das, was unter andern Um-

stäuden und in verstärktem Maaße ein Gift ist, in der Hand des Menschen, und noch mehr des Schöpfers, zu einem heilbringenden, lebenstärkenden Mittel werden.

Das Chlor ist kein brennbarer Körper, es verbindet sich auch bei der Annäherung einer Flamme nicht mit dem Sauerstoff, so lange dieser seine gasartige Form hat. Wohl aber geschieht dieß, wenn das Chlorgas mit solchen Körpern in Berührung kommt, darinnen der Sauerstoff an eine metallartige Grundlage gebunden ist, und welche dabei auflöslich im Wasser sind. Wenn man deßhalb das Chlorgas in ein Gefäß hineinströmen läßt, darinnen angefeuchtete Potasche, vermischt mit $^2/_5$ ihres Gewichtes an trockenem, gelöschtem Kalk (Kalkhydrat), sich befindet, dann vertreibt zuerst das Chlor der Potasche die Kohlensäure, die sich mit dem Kalkhydrat vereint, es bleibt nun das Kali in ätzendem Zustand zurück, welches seiner Natur nach, als einer der kräftigsten Gegensätze der Säure, in einer ähnlichen Weise wirkt, wie nach Cap. 30 die verdünnte Schwefelsäure auf den Zink. Denn der in ihr rege gewordene Zug nach einem säureartigen, polarisch ergänzenden Gegensatz, schafft das Chlor in eine Sauerstoffverbindung um, indem dasselbe sich mit jenem Sauerstoff vereint, der an das Kalimetall gebunden war, so daß nun statt des kohlensauren ein chlorsaures Kali entsteht. Die Chlorsäure, die man durch dieses Verfahren künstlich erzeugt hatte, besteht aus 36 Gewichtstheilen Chlor, welche, wie der Stickstoff in der Salpetersäure, mit 5 mal 8 (40) Gewichtstheilen Sauerstoff vereint sind, wozu noch, wie im Salpeter, jenes 6te Mischungsgewicht an Sauerstoff kommt, das mit der metallähnlichen Grundlage des Kali verbunden bleibt. Das einfache Mischungsgewicht des Chlors hat mithin die Zahl 36, eben so wie das Wasserstoffgas 1, das Sauerstoffgas 8, der Kohlenstoff 6. Das chlorsaure Kali selber ist eines der furchtbarsten Erzeugnisse der chemischen Kunst, und hat als solches schon manches Menschen-

leben gekostet. Denn so bald es in trockenem Zustand mit einem brennbaren Körper, wie Schwefel, Kohle oder ein Stückchen Zucker, durch Reiben oder durch einen Druck in kräftige Berührung gebracht wird, entzündet es sich, und zersetzt sich unter starkem Knall mit solcher heftigen Ausdehnung, daß es Alles, was in seiner nächsten Umgebung ist, zerschmettert und zertrümmert. Man muß deßhalb, wenn man das chlorsaure Kali in derselben Weise wie den Salpeter im Schießpulver, mit brennbaren Stoffen verbinden will, jenes so wie diese stark mit Wasser anfeuchten, und die Masse in einem steinernen oder porzellanenen Mörser zusammenreiben. Das Pulver, welches man auf diese Weise bereiten kann, übertrifft freilich das gemeine Schießpulver zweifach an Kraft; es ist aber zugleich einer der gefährlichsten Hausgenossen in der Werkstätte des Chemikers, denn schon das Kratzen mit einem Messer oder ein darauffallendes Stück Stein kann die furchtbare Entbindung der riesenhaften unbändigen Kraft herbeiführen, die in jener Mischung gebunden liegt, und eben dasselbe vermag ein Tropfen Schwefelsäure. Wegen dieser entzündenden Wirksamkeit der letzteren hat man auch früher das chlorsaure Kali zur Fertigung jener Zündhölzchen benutzt, die aus gemeinen Schwefelhölzchen bestehen, welchen man, durch Eintauchen ihres Schwefels in eine Auflösung von kohlensaurem Kali einen leisen Ueberzug von diesem gegeben hat, so daß sie, in Berührung mit Schwefelsäure, sogleich sich entzünden.

Wie aus der Verbindung des Stickstoffs mit dem Wasserstoffgas ein Laugensalz, das Ammoniack, so entsteht aus der Verbindung des Chlors mit dem Wasserstoff eine starke Säure: die Salzsäure. Hierbei zeigt das Chlor in seinem Verhalten große Uebereinstimmung mit dem Sauerstoffgas; denn wenn man Chlorgas mit Wasserstoffgas vermengt, so erzeugt sich hieraus eine Knallluft, die sich schon durch einen Sonnenstrahl, der

darauf fällt, unter heftiger, zerschmetternder Explosion entzündet. Die Verbindung, welche bei diesem Entflammen entsteht, ist ein dampfartiges Gas, von saurem Geschmack, das sich sehr leicht mit Wasser vermischt, und nun zu unsrer gewöhnlichen tropfbar flüssigen Salzsäure wird. Seiner Zusammensetzung nach besteht es aus 36 Gewichtstheilen Chlor, und 1 Gewichtstheil Wasserstoff. Man wendet die Salzsäure zur Auflösung des Silbers und mittelst derselben zur Abscheidung dieses edlen Metalles von andern Metallen, überdieß zur Auflösung von kohlensaurem Kalk an, der sich etwa in Wasserleitungen oder in Gefäßen aus dem kalkhaltigen Wasser angesetzt hat. Auch der phosphorsaure Kalk, der in thierischen Knochen mit Gallert verbunden, und durch diese zusammengefügt ist, wird durch Salzsäure aufgelöst. Wenn man deßhalb thierische Knochen in verdünnte Salzsäure legt, dann nimmt diese die erdigen Theile hinweg, und es bleibt nichts übrig, als der Leim oder die Gallert, welche noch ganz die Form des Knochens behält, und in fließendem Wasser gereinigt, selbst als gutes Nahrungsmittel für den Haushalt, oder als Leim benutzt werden kann.

Mit dem Stickstoff bildet das Chlor eine gelbe, ölartige Flüssigkeit, welche, wenn sie mit Oel, Harz oder andern brennbaren Stoffen in die leiseste Berührung kommt, eine so furchtbar gewaltige Vergiftung bewirkt, daß es für den Scheidekünstler viel gefährlicher ist, auf dem Wege seiner Versuche jener Verbindung zu begegnen, als einer giftigen Schlange. Wenn dagegen das Chlorwasserstoffgas oder die Salzsäure, und der Stickstoffwasserstoff oder das Ammoniak sich vereinen, dann entsteht daraus ein für den Menschen bei vielen Gelegenheiten nützliches Salz — der Salmiak.

33. Der Schwefel.

Dieser Grundstoff ist im Mineralreich einer der verbreitetsten, wird aber auch als ein merkwürdiger Be-

standtheil in den organischen Körpern, selbst in dem Gehirn und Nervenmark des Menschen, gefunden. Bei den Metallen vertritt der Schwefel öfters die Stelle des Sauerstoffes, verbindet sich mit ihnen selbst unter der Erscheinung einer Flamme. In seiner Verbindung mit dem Sauerstoffgas gibt der Schwefel eine Säure, die Schwefelsäure, deren sich der Scheidekünstler als der Herrscherin, als der stärksten unter allen Säuren, überall zur Ausscheidung von diesen mit dem besten Erfolge bedient. Mit Kalkerde verbunden bildet die Schwefelsäure den Gyps, aus welchem ganze Massen unsrer Gebirge bestehen. Der Schwefel kommt in der Natur öfters in Verbindung mit dem giftigen Arsenik vor, so daß selbst die Schwefelblumen (der durch Verwandlung in Dampf gereinigte Schwefel) zuweilen eine kleine Beimischung von Arsenik enthalten, der beim Ausschwefeln der Weinfässer und bei andrer Gelegenheit sehr schädlich werden könnte. Man erkennt das Vorhandenseyn jenes giftigen Stoffes daran, daß der Schwefelarsenik sich in der Ammoniakalflüssigkeit (Cap. 30) auflöst und dann, nachdem man Schwefelwasserstoffgas hineingeleitet hat, durch Salzsäure als gelbes Pulver zu Boden gefällt wird, was dem reinen Schwefel nicht wiederfährt.

Der Schwefel hat einen sehr starken Zug zur Vereinigung mit dem Sauerstoffgas. Er entzündet sich deßhalb, und verbrennt mit blauer Flamme, wenn er durch die Hitze einer Flamme in Dampf verwandelt wird. Das, was jetzt bei der Verbindung mit dem Sauerstoffgas entsteht, und sich in erstickenden Dämpfen in der Luft ausbreitet, ist schweflige Säure, welche ihren Gewichtsverhältnissen nach aus Schwefel und Sauerstoff in gleichen Theilen zusammengesetzt ist. Da man jedoch aus den Verbindungen des Schwefels mit andern Grundstoffen es weiß, daß die Verhältnißzahl des Schwefels zum Wasserstoff, nicht wie beim Sauerstoff 8, sondern 16 sei, nimmt man auch bei der schwefe-

lichen Säure an, daß sie aus 2 Mischungsgewichten, oder 2 mal 8 Theilen Sauerstoffgas und einem Mischungsgewicht Schwefel, oder 16 Theilen zusammengesetzt sei. Auch kann man durch die Kunst eine Verbindung der beiden Elemente darstellen, die unterschwefliche Säure genannt, darinnen sie wirklich im Verhältniß wie 1 zu 2, wie 8 zu 16 vereint sind. Die schwefliche Säure löst sich leicht im Wasser auf, und in dieser Mischung kann sie, besser als die Schwefeldämpfe, zum Entfärben (Bleichen) von allerhand in sie hineingetauchten organischen Körpern, wie Wolle, Horn, Elfenbein, Strohgeflechte, benutzt werden. Durch künstliche Kälte und einen mäßigen Druck, kann man die dampfartige, schweflige Säure in eine tropfbare Flüssigkeit verwandeln, die jedoch schon bei einer Temperatur, welche 8 Grad unter dem Gefrierpunkt ist, wieder zur Dampfform sich ausdehnt, gleichsam in eine siedende Bewegung geräth, wobei der Umgebung viel Wärme entzogen (Kälte erzeugt) wird.

Wenn die schweflige Säure mit etwas Wasser vermischt, der Einwirkung der Luft ausgesetzt wird, zieht sie noch ein Mischungsgewicht (8 Gewichtstheile) Sauerstoffgas an sich, und diese Verbindung von 16 Theilen Schwefel mit 24 Theilen Sauerstoffgas ist die eigentliche Schwefelsäure, die man auf kürzerem Wege und in größerer Masse in den Schwefelsäurefabriken dadurch gewinnt, daß man in großen, mit Blei ausgelegten, verschlossenen Kammern den Schwefel verbrennt, und die hierbei entstehende schweflige Säure mit der eingeschlossenen Luft, Wasserdampf, und dem im C. 29 beschriebenen Stickstoffoxydgas in Berührung setzt, wobei die schwefliche Säure aus dem zuletzt genannten Gas den Sauerstoff an sich reißt, und als vollkommene Schwefelsäure mit dem Wasser sich verbindet. Denn zu der Verbindung mit dem Wasser ist in der Schwefelsäure ein so starker Zug, daß man sich desselben mit gutem Erfolg bedienen kann, um feuchte, verschlossene

Räume dadurch auszutrocknen, indem 1 Pfund Schwefelsäure in wenig Tagen 8½ Pfund Wasserdampf an sich ziehen kann. Wenn die reine Schwefelsäure mit Wasser gemischt wird, zieht sich die neue Verbindung in einem Raum zusammen, welcher 3 Prozent weniger beträgt als der räumliche Umfang beider Flüssigkeiten zusammen genommen. Dabei entsteht Erhitzung. Das sogenannte Vitriolöl ist eine nur noch wenig Wasser enthaltende, fast reine Schwefelsäure, welche aus dem Eisenvitriol, nachdem man diesen vorher geröstet hat, durch Destillation in einer irdenen Retorte, über starkem Feuer, gewonnen wird. Das Vitriolöl ist unter andern auch frei von Salpetersäure, von welcher die gewöhnliche, käufliche Schwefelsäure insgemein eine kleine Beimischung enthält.

Wenn man das Vitriolöl oder überhaupt jede starke Schwefelsäure auf thierische oder vegetabilische Stoffe, namentlich auf Holz, schüttet, dann entreißt sie diesem seinen Gehalt an Sauerstoff und Wasserstoff, und es bleibt nichts zurück als die schwarze Kohle. Am augenfälligsten ist diese Zersetzung durch die Schwefelsäure bei dem Zucker, daher man auch mit leichter Mühe es erkennen kann, ob der käufliche Essig mit Schwefelsäure verunreinigt sei, wenn man etwas Zucker in ihm auflöst, und dann die Flüssigkeit durch die Wärme (etwa einer Ofenplatte) verdampft. Selbst durch einen kleinen Antheil von Schwefelsäure wird dann der Zucker geschwärzt und verkohlt. Wenn man Schwefelsäure durch einen reichlich dreißigfachen Zusatz von Wasser verdünnt, und in dieses schwefelsaure Wasser Kartoffeln, in Scheiben geschnitten, bringt, hierauf nach etwa 24 Stunden diese herausnimmt, in frischem Wasser wäscht und hernach trocknet, dann gewinnt man aus denselben ein vollkommen weißes Mehl, das unter Getreidemehl gemischt, ein sehr gutes Gebäck gibt. Aus 4 Centnern Kartoffeln erhält man in dieser Weise, nachdem die Säure das Vegetationswasser, welches ¾ des Gesammt-

gewichtes betrug, hinweggenommen, einen Centner Mehl. Die verdünnte Schwefelsäure kann mehrere Male zu demselben Zweck, und zuletzt zur Bereitung von Gyps aus gemeinem Kalkstein, benützt werden, dessen schwächere Säure sie austreibt. Durch Sieden solcher Kartoffelscheiben, die man vorher zerrieben hat, in einem ähnlichen schwefelsauren Wasser, wird, wenn man dasselbe 6 bis 8 Stunden fortsetzt, eine süßschmeckende Flüssigkeit — der Stärkezucker, dargestellt.

Da, wie bereits erwähnt, die Schwefelsäure, als die stärkere, alle andern Säuren aus ihren Verbindungen scheidet, gewinnt man die Salzsäure, die Salpetersäure, die Phosphorsäure, indem man Kochsalz, Salpeter, oder den in der Knochenasche enthaltenen phosphorsauren Kalk mit Schwefelsäure behandelt. Der blaue Vitriol ist eine Verbindung der Schwefelsäure mit Kupfer, der grüne mit Eisen, der weiße mit Zink. Das Bittersalz ist schwefelsaure Bittererde; der Alaun eine Verbindung der Schwefelsäure mit Thonerde und Kali.

Eine Verbindung des Schwefels mit dem Kohlenstoff, der Schwefelkohlenstoff, wird dadurch erzeugt, daß man Schwefeldämpfe über Kohlen streichen läßt, welche man in einer gußeisernen Röhre glühend gemacht hat, und dieselbe erscheint als eine wasserhelle Flüssigkeit von sehr üblem Geruch und scharfem Geschmack, welche schon bei einer Wärme von etwa 34 bis 36° R. sich in Dampf verwandelt, und hierbei der nächsten Umgebung so viel Wärme entzieht, daß das Wasser, auf dem der Schwefelkohlenstoff schwimmt, sich mit Eis bedeckt.

Ohne Zuthun unsrer Kunst wird in der Natur sehr häufig der Schwefelwasserstoff erzeugt, der sich unsrem Geruchsorgan schon dadurch kenntlich macht, daß er nach faulen Eiern riecht. Auch ist diese Verwandtschaft mit faulenden thierischen Körpern nicht blos scheinbar, denn da in diesem Schwefel nie Wasserstoff vorkommt, ist der Schwefelwasserstoff eines der

gewöhnlichsten Erzeugnisse der fauligen Auflösung. Die Verbindung des Schwefels mit dem Wasserstoffgas erscheint in ihrem freien, ungebundenen Zustand selber als ein Gas und führt deßhalb den Namen Schwefelwasserstoffgas, oder, weil sie gegen mehrere Grundstoffe und ihre Verbindungen sich als eine Säure verhält, den Namen der Schwefelwasserstoffsäure (auf halb griechisch, halb deutsch Hydrothionsäure). Wie durch eine andere Säure, laufen auch durch diese mehrere Metalle, namentlich das Silber, schwarz an, das heißt sie rosten, weßhalb man gesottene oder gebratene Eier eben so wenig als Stockfisch mit silbernen Löffeln anrühren oder auffassen darf, wenn das Silber nicht anlaufen soll. Gleich andern eigentlichen Säuren nimmt das Wasser die Schwefelwasserstoffsäure in seine Mischung auf, und noch leichter verbinden sich mit ihr die Laugensalze. Namentlich wird die Vereinigung der Hydrothionsäure mit dem flüchtigen Laugensalz oder Ammoniak von den Scheidekünstlern häufig dazu benutzt, um Metalle aus ihren Verbindungen und Auflösungen in Säuren auszuscheiden und nieder zu fällen, die sich hierbei mit dem Schwefel zu Schwefelmetallen vereinen, während das Ammoniak mit der Säure, in der das Metall aufgelöst war, eine salzige Verbindung eingeht.

34. Der Phosphor.

Ungleich seltener und weniger verbreitet als der Schwefel ist in der irdischen Körperwelt der Phosphor. Nur in wenigen Arten der Erze und in wenigen Steinarten wird derselbe, als Phosphorsäure, aufgefunden. Dennoch erhält dieser merkwürdige Stoff schon dadurch eine höhere Bedeutung, daß er einen wesentlichen Bestandtheil der vollkommensten Thierkörper, sogar des Nervensystems des Menschenleibes, bildet.

Der Phosphor entzündet sich, in Berührung mit der Luft, so überaus leicht, daß man, um dieß zu ver-

hüten, ihn unter Wasser aufbewahren muß. Denn in diesem lös't er sich nicht auf, wohl aber in fetten Oelen; und wenn man eine solche Auflösung des Phosphors in Baumöl in einem Glasfläschchen verwahrt, fängt die Mischung an zu leuchten so oft man durch Hinwegnehmen des Stöpsels der Luft den Zutritt verstattet, man könnte sich deßhalb einer solchen Vorrichtung statt einer immer bereiten Nachtlampe bedienen, wenn der Geruch, den die Mischung von sich gibt, nicht höchst unangenehm wäre, und dabei für die Gesundheit wenigstens sehr zweideutig. Denn es ist wohl nicht ganz ohne Bedeutung, daß der Phosphor bei seinem Verbrennen einen Dampf gibt, welcher, wie der Arsenik, stark nach Knoblauch riecht, und daß er, selbst in sehr kleinen Portionen in den Magen gebracht, als ein schnell tödtendes Gift wirkt.

Im reinen Sauerstoffgas verbrennt der Phosphor mit einer Flamme, deren ganz außerordentliche Helle dem Auge fast unerträglich fällt. Es entsteht bei dieser Verbindung des für jeden Wärmegrad so empfindlichen, so sehr zur Dampfform geneigten Phosphors mit dem luftförmigen Sauerstoff eine Säure, an welcher diese Eigenschaften ihrer beiden gasartigen Elemente ganz verschwunden sind, denn die Phosphorsäure ist so feuerbeständig, daß sie durch die stärkste Hitze sich nicht verflüchtigt, sondern zu einem festen glasartigen Körper zusammenschmilzt.

Man gewinnt den Phosphor zunächst als Säure, die man durch die stärkste Schwefelsäure ausscheidet. Am häufigsten bedient man sich hierzu der Asche von Knochen, deren Hauptmasse aus phosphorsaurem Kalk besteht. Obgleich nun, wie wir so eben sagten, die Phosphorsäure für sich allein der Gewalt des Feuers widersteht, kann sie dieß dennoch nicht, wenn sie in einer irdenen Retorte mit Kohlenstaub vermischt, der Weißglühhitze ausgesetzt wird, denn bei dieser Gelegenheit wird sie zersetzt, indem das Sauerstoffgas, durch das sie zur

Säure geworden war, sich mit dem Kohlenstoff vereint und der Phosphor frei wird, dessen Dämpfe sich in dem Wasser der Vorlage ansammeln und verdichten.

Mit dem Wasserstoffgas bildet der Phosphor eine Verbindung, welche gasartiger Natur ist, an der Luft von selber sich entzündet und den widerlichen Geruch der faulenden Fische von sich gibt.

35. Jod und Brom.

Was der Schwefel und der Phosphor unter den Bestandtheilen der auf dem Lande lebenden Pflanzen und Thiere sind, das wird in den Seepflanzen und Seethieren vor allem durch das Jod, und nächst diesem auch durch das Brom vorgestellt. Der Name des Jods oder auf deutsch des Veilchenblaustoffes kommt daher, daß zum Beispiel Stärke, welche in Wasser aufgelöst ist, durch eine Beimischung des Jods veilchenblau gefärbt wird. Und wenn in dem Wasser auch noch lange nicht einmal ein Hunderttausendtheil seines Gewichtes Stärke aufgelöst war, dann verräth sich dieser kleine Beisatz dennoch bei dem Hinzukommen eines Jodtropfens durch violblaue Färbung. Aber auch die Dämpfe des Jods, die sich durch die Hitze entwickeln, sind von violetter Färbung, während jener Stoff in fester Gestalt von blaugrauer Farbe und schwach metallisch glänzend ist.

Im Meerwasser selber ist so wenig Jod enthalten, daß man aus zehntausend Centnern von jenem kaum ein Pfund von diesem würde ausscheiden können. Desto häufiger kommt der Veilchenblaustoff in den Seegewächsen vor, aus deren Asche man ihn centnerweis darstellt, durch Auslaugen und Einkochen der Lauge, dann durch Behandlung von dieser mit Schwefelsäure unter gelinder Erhitzung, hierauf durch Destillation in verstärkter Hitze. In größerer Menge in den Körper gebracht, wirkt das Jod als Gift; selbst seine Dämpfe sind von ätzender Schärfe. Aber dieses Gift wird in ge-

ringerer Menge und in der Hand eines einsichtsvollen Arztes zu einem der wirksamsten, besten Arzneimittel. Schon in der Natur kommt das Jod zuweilen gerade in solchem Verhältniß mit andern Stoffen vereint, vor, daß man diese, ohne etwas an ihnen zu ändern, den Kranken geben kann, wie dieß namentlich bei dem Fischleberthran der Fall ist, welcher aus der Leber verschiedener Arten von Seefischen bereitet wird, und welcher nur etwa ein Tausendtheil seines Gesammtgewichtes an Jod enthält. Das Jod verbindet sich mit dem Sauerstoff wie mit dem Wasserstoff; mit den Laugensalzen wie mit ihren metallähnlichen Grundlagen, und alle diese Verbindungen sind von heilkräftiger Wirksamkeit. Es wird aus diesen Verbindungen von dem Chlor ausgeschieden, daher man sich des letzteren dazu bedient, um einen etwa vermuthlichen Gehalt an Jod in der Pflanzenasche oder andern Körpern dieser Art zu entdecken, welcher dann seinerseits wieder durch Blaufärbung der Stärke sich kund gibt.

Auch das Brom findet sich, neben dem Jod, obwohl in sehr geringer Menge, im Meer und in Meergeschöpfen, wird als eine dicke Flüssigkeit von braunrother Farbe aus diesen Körpern ausgeschieden; seine übelriechenden Dämpfe wirken in ähnlicher Weise zerstörend auf thierische, in der Luft enthaltene Miasmen, als das Chlor.

36. Das Fluor, Selen und Boron.

Wenn man ein Stück Flußspath (von welchem wir bei anderer Gelegenheit reden werden) zu Pulver zerstößt, dann mit der doppelten Gewichtsmenge von Schwefelsäure vermischt, und das Gemeng in einer bleiernen Büchse erwärmt, dann entwickelt sich ein Stoff in Dampfform, den man früher als Flußspathsäure benannte, der aber keine Verbindung mit dem Sauerstoff, sondern eben so wie das Chlor ein selbstständiger einfacher Grundstoff; das Fluor ist. Dieser flüchtige

Stoff

Stoff wirkt auf die Lungen beim Einathmen in ähnlicher schädlicher Weise als das Chlor; dabei hat er die Eigenschaft, die Kieselerde, welche namentlich in ihrem mit Kali zusammen geschmolzenen Zustand das Glas bildet, aufzulösen; er wurde deshalb früher gebraucht, um in das Glas zu ätzen.

Das Selen, das sich unter anderem in sehr geringer Menge im Schwefeleisen (Schwefelkies) findet, und deshalb hin und wieder in dem Schlamm vorkommt, der sich bei den Arbeiten der Schwefelsäure-Fabriken absetzt, ist ein bleigrauer, metallisch glänzender Stoff.

Das Boron bildet in seiner Verbindung mit dem Sauerstoffgas jene Säure, welche von dem Borax ihren Namen hat, weil dieser Körper, der den Arbeitern in edlen Metallen zu einem sehr wirksamen, beliebten Schmelzmittel dient, aus dieser Säure und aus Natron zusammengesetzt ist. Man scheidet aus ihm die Boraxsäure durch Anwendung der Salzsäure aus; aus der Boraxsäure aber stellt man den eigentlichen Grundstoff derselben dadurch rein dar, daß man den metallähnlichen Grundstoff der Potasche mit jener in Wechselwirkung bringt. Das Boron ist brennbar wie der Schwefel; es nimmt bei dem Verbrennen in 20 seiner Gewichtstheile 48 Theile Sauerstoffgas, mithin 6 Mischungsgewichte des letztern auf. Die Boraxsäure theilt der Flamme des Weingeistes, mit dem sie gemischt war, eine grüne Farbe mit; sie schmilzt mit verschiedenen erdigen Stoffen zu einem glasartigen Körper zusammen. Der Borax selber schmilzt, wenn man ihn, um seinen Wassergehalt zu verflüchtigen, der Erhitzung aussetzt, zu einer Art von Glas. Einige Verbindungen des Borax mit Metallen werden als Farbestoffe in der Malerei und zur Bereitung von Glassuren benutzt.

37. Der Kieselstoff oder das Silicium.

Während die zuletzt erwähnten 3 Grundstoffe nur sehr sparsam in der Natur vorkommen, und deßhalb für die Geschichte der irdischen Körperwelt so wie für den menschlichen Haushalt nur von sehr geringer Bedeutung sind, verhält sich dieß mit dem Kieselstoff ganz anders. Wir lernen diesen Grundstoff in der Natur gewöhnlich nur als Kieselerde kennen, welche freilich kein einfaches Element, sondern schon mit Sauerstoff verbunden — eine Art von Säure ist, die sich jedoch nur mit ganz außerordentlicher Schwierigkeit zersetzen — ihres Sauerstoffes berauben läßt, daher für uns zunächst die Betrachtung der Eigenschaften nicht des Kieselstoffes, der als ein bräunliches, an der Luft leicht sich entzündendes Pulver erscheint, sondern nur der Kieselerde von Bedeutung ist.

Die Kieselerde bildet eine Hauptmasse jener Gebirgsarten, aus denen die Grundfeste der uns bekannten Erdoberfläche bestehet; der Granit und die ihm verwandten Bergarten, die meisten Steine, die sich durch eine größere Härte und Glanz auszeichnen, bis herab zu dem losen Sand, der unsere Ebenen bedeckt und den Boden der Wiesen bildet, sind großentheils aus Kieselerde gebildet. Der menschliche Haushalt hat vornämlich aus der Kieselerde das Glas und eine Menge seiner haltbarsten, aus irdenem Stoff gebildeten Gefäße erhalten; selbst unter den Bestandtheilen des menschlichen Körpers, namentlich in dem Haar desselben, findet sich diese Erde.

Für sich allein ist die Kieselerde ganz überaus schwer schmelzbar, wenn man jedoch fein gepulverten Kieselsand oder Feuerstein mit zwei Dritteln seines Gewichtes Potasche und einem Fünfzehntheil Kohlenpulver vermischt, und diese Masse in einem feuerfesten Schmelztiegel der Gluth aussetzt, dann erhält man eine Art von Glas, welches übrigens dadurch vom gewöhnlichen

Glase sich unterscheidet, daß es, wenn man es gepulvert, mit der reichlich fünffachen Menge seines Gewichtes mehrere Stunden lang kocht, und hiebei beständig umrührt, in dem Wasser vollkommen sich auflöst, nach dessen Abdampfen es als ein halbflüssiger Körper, von syrupartigem Zusammenhalt, zurückbleibt. Man nennt dieses Erzeugniß Wasserglas, und bedient sich seiner mit sehr gutem Erfolg zu einem firnißartigen Ueberzug über allerhand brennbare Körper, welche hierdurch gegen das Entflammen und Anbrennen geschützt werden. Bringt man zu dem Wasserglas eine Säure, dann verbindet sich diese mit dem Kali (der Potasche) und die Kieselerde wird in einem gallertartigen Zustand ausgeschieden.

Es ist sehr leicht, die Zusammenschmelzung der Kieselerde mit dem Kali so einzurichten, daß dadurch eine gewöhnliche Glasmasse erzeugt wird, welche selbst bei dem längstfortgesetzten Kochen im Wasser nicht mehr auflöslich ist; denn man darf, um diesen Zweck zu erreichen, nur Kalkerde zusetzen, oder die Gewichtsmenge der Kieselerde um ein Viertheil ihres Betrages, im Verhältniß zur Potasche vermehren, so daß man zwei Theile Kieselsand, mit einem Theil Potasche vermengt, der Schmelzhitze aussetzt. Um das so gewonnene Glas zu seinem späteren Gebrauch dienlicher zu machen, vor allem um ihm die leichte Zerspringlichkeit durch den schnellen Wechsel der Hitze und Kälte beim Hineinschütten und Berühren von Flüssigkeiten zu benehmen, muß die geschmolzene Masse in gehöriger Weise abgekühlt, oder ein Glas, das man für solchen Wechsel unempfindlich machen will, mit Stroh umwickelt im Wasser allmählig bis zur Siedhitze erwärmt und dann mit dem umgebenden Wasser zugleich langsam abgekühlt werden.

Die Kieselerde findet sich in der Natur häufig mit den laugensalzartigen Stoffen, namentlich mit der Kalkerde, verbunden, wobei sich dieselbe als Säure verhält. Selbst der Mensch ahmt in gewisser Hinsicht solche Verbindungen zur festen Gesteinsform nach, indem er

durch Vermischung des gebrannten und durch Wasser gelöschten Kalkes mit Kieselsand den festen Mörtel erzeugt.

38. Das vegetabilische Laugensalz oder gemeine Kali.

Die eigentlichen Laugensalze, zu deren Betrachtung wir uns hier wenden, sind allerdings eben so wenig als die laugensalzähnlichen Erden, welche an jene sich anschließen, als einfache Grundstoffe zu betrachten, sondern es ist gelungen, sie durch die mächtige Einwirkung der elektrischen Polarisation einer Voltaischen Säule so vollkommen zu zerlegen, daß man in ihnen Verbindungen anerkennen mußte, die sich mit den Metallkalken vergleichen lassen. Da jedoch die metallähnlichen Grundlagen jener Körper auf der unsern Forschungen zugänglichen Erdveste nirgends in einfachem, reinem Zustand, sondern immer nur mit dem Sauerstoff vereint gefunden werden, haben wir es hier zunächst und am meisten nur mit diesen Verbindungen so wie mit ihren Eigenschaften zu thun, und werden des eigenthümlichen Elementes, welches diesen zu Grunde liegt, nur vorübergehend erwähnen.

Von einer Art der Laugensalze, dem Ammoniak, welche freilich in ihrer Form, so wie in ihrer elementaren Zusammensetzung, von den gemeinen, festen Laugensalzen sehr verschieden ist, sprachen wir bereits oben, im 30. Kap.; und bei dieser Gelegenheit betrachteten wir den Charakter der Alkalien im Allgemeinen, so wie ihr Verhältniß zu den Säuren, ihre Unterscheidung von diesen, ihre Stellung zu den einfachen Grundstoffen, deren vollkommenster polarischer Gegensatz (jener des Wasserstoffs und Sauerstoffs) sich in ihnen und den Säuren, nur auf einer andern Stufe, wiederholt.

Das vegetabilische Laugensalz oder Kali wird in großer Menge unter den Bestandtheilen des Pflanzenreiches gefunden. Nicht das feste Holz der Bäume, sondern die Sträucher, die Blätter, die Zweige, geben

nach ihrem Verbrennen eine Asche, welche am reichsten an Kali ist. Namentlich gilt dieß von den Farnkräutern, aus deren Asche schon in alter Zeit eine Lauge von besonderer Stärke zur Bereitung der Seife ausgezogen wurde. Außerordentlich reich an vegetabilischem Laugensalz ist die Asche des Wermuths, aus der man durch Auslaugen in jedem Centner $8^1/_2$ Pfund Potasche gewinnt, während man 10 Centner Asche des Buchenholzes bedarf, um $2^1/_5$, des Fichtenholzes, um $1^1/_3$, des Eichenholzes, um $1^1/_9$ Pfund reine Potasche daraus darzustellen. Daß nicht die Härte des Holzes es sei, die den größeren Gehalt an Potasche begünstigt, das geht schon aus dem Vergleich des Eichenholzes mit dem Fichtenholz hervor. Buchsbaumholz ist noch härter als Eichenholz, und von ihm gibt eine Masse von Asche, welche zehn Centner beträgt, nur gegen 25 Loth reine Potasche.

Aus jenen Erdtheilen, in denen die Waldungen noch ganze große Länderstriche bedecken, und wo keine angränzende Küste, kein schiffbarer Strom die Ausfuhr des Holzes begünstigt, wird noch fortwährend die meiste Potasche in das gewerbthätige Europa herüber geführt. So sieht man sich in manchen Gegenden von Amerika genöthigt, die Holzmassen ganzer Waldungen zu verbrennen, um für den Anbau des Landes Raum zu gewinnen, und man zieht häufig aus dem im Freien verbrannten Holz keinen andern Vortheil als den, welchen das Auslaugen der Asche und die Darstellung der Potasche aus ihr gewährt.

Die gewöhnliche Potasche, die man durch das Abdampfen der Lauge aus Pflanzenasche erhält, ist noch mit vielen fremdartigen Bestandtheilen verunreinigt. Um diese zu entfernen, muß man die Potasche mit kaltem Wasser vermengen, mit diesem es öfter umrühren, so daß ein breiartiges Gemenge daraus entsteht, aus dem sich nach etlichen Tagen die fremdartigen Salze ausscheiden, während sich zugleich eine klare

Flüssigkeit bildet, in welcher nun gereinigte Potasche aufgelöst ist, die man durch Abdampfen in trockenen Zustand versetzt. Aber auch diese gereinigte Potasche ist noch kein reines, sondern ein mit Kohlensäure verbundenes Kali. Um jene Säure zu entfernen, und das Kali in seinem ätzenden Zustand als vollkommenes Laugensalz darzustellen, wendet man den gebrannten, ätzenden Kalk an. Dieser, der durch die Hitze seiner Kohlensäure beraubt ist, hat einen so starken Zug zur Wiederaufnahme derselben, daß er der gereinigten Potasche, die man in 12mal so viel Wasser (10 Pfund in 120 Pfund) aufgelöst, und der man dann zwei Fünftheile ihres Gewichtes gebrannten Kalk, welcher mit fünfmal so viel heißem Wasser (4 Pfund in 20 Pfund) abgelöscht war, zugesetzt hat, ihre ganze Kohlensäure entzieht. Man hat nun ein ätzendes Kali, wie man vorher einen ätzenden Kalk hatte, obgleich auch dieses Aetzkali, selbst nach dem stärksten Glühen, noch immer fast ein Sechstel seines Gewichtes von Wasser in seiner Masse festhält. Aber, abgesehen von diesem Antheil an Wasser ist auch, wie wir weiter oben sahen, das Kali an sich selber, so wie alle Laugensalze und Erden, ein zusammengesetzter Körper, der aus der Verbindung des Sauerstoffes mit einer metallähnlichen Grundlage entstanden ist. Bei keinem andern Laugensalz oder erdigen Körper kann man verhältnißmäßig die metallische Grundlage so leicht in ihrem reinen Zustand ausscheiden als bei dem Pflanzenkali. Dieses gelingt schon, wenn man das Kali in einem Gefäß aus Schmiedeeisen mit Kohle zusammenmischt und dann dieses Gemenge der Weisglühhitze aussetzt; denn bei solcher Hitze entzieht der Kohlenstoff dem Kali seinen Sauerstoff, der im Verhältniß wie 8 zu $39^1/_8$ mit dem metallähnlichen Grundstoff (dem Kalium) verbunden war. Auch in solchen Fällen wo man das aus dem Weinstein gewonnene, reine, kohlensaure Kali noch mit Kohlen vermischt als Schmelzmittel für Metalle, welches in der Sprache

der Gewerbsleute schwarzer Fluß heißt, anwendete, machte man die Erfahrung, daß, wenn man die Metallkalke des Zinns, des Bleis, des Spießglanzes in Verbindung mit diesem Fluß einer stärkeren Hitze aussetzte, als zur Herstellung ihrer reinen Metallform und zu ihrem Schmelzen nöthig war, die so gewonnenen Metalle eine ganz besondere Eigenschaft an sich nahmen, wodurch sie zur gewöhnlichen Benutzung untauglich wurden. Solche Metalle, wenn sie abgekühlt, und längere Zeit an der Luft gelegen waren, fingen an sich von selber (bis zur Siedwärme des Wassers) zu erhitzen; wenn man sie ins Wasser taucht, wallt dieses auf, und es entwickelt sich Wasserstoffgas aus ihm. Diese Erscheinung hat ihren Grund darin, daß die Kohle bei solchem übermäßigen Hitzgrad dem Kali seinen Sauerstoff raubte, und daß nun seine metallische Grundlage mit den andern Metallen sich legirte, oder verband, wobei jene auch in dieser Vermischung ihre Haupteigenschaft, die leichte Entzündbarkeit, noch beibehielt. Denn der metallähnliche Grundstoff des Kali, der von zinnweißer Farbe und leichter als Wasser ist, zieht das Sauerstoffgas mit solcher Heftigkeit an sich, daß, wenn man ihn auf Wasser legt, auf welchem er leicht, wie ein Korkkügelchen, schwimmt, er sogleich eine Zersetzung bewirkt, die von dem Erscheinen einer lebhaften Flamme begleitet ist. Das Kalium vereint sich dann (verbrennt) mit dem Sauerstoffgas des Wassers, dessen Wasserstoffgas hierdurch frei, und zugleich durch die Gluth des verbrennenden Kaliums entzündet wird. Aus $39^1/_8$ Gran Kalium werden jetzt durch die Verbindung mit 8 Gran Sauerstoffgas $47^1/_8$ Gran reines Aetzkali, dessen Mischungsgewicht mithin durch die Zahl $47^1/_8$ ausgedrückt wird.

Das Kali in seinem vollkommen ätzenden Zustand hat mehrere beachtenswerthe Eigenschaften. Es zieht das Wasser mit solcher Heftigkeit an, hält dasselbe mit solcher Kraft fest, daß man seiner Lauge in offenem

Gefäß eine Hitze mittheilen kann, wobei das Zinn zum Schmelzen kommt. Auf thierische Stoffe, selbst auf Haare, Wolle, Seide, übt das Aetzkali einen außerordentlich zerstörenden Einfluß; dieselben lösen sich ganz in seiner Lauge auf, während die Pflanzenfaser in der Baumwolle und Leinwand von solcher Lauge nicht angegriffen, sondern nur von den anklebenden oder beigemischten andersartigen Theilen gereinigt wird.

Wenn das Kali, so wie in der Potasche und in der Lauge unsrer gemeinen Holzasche, mit Kohlensäure vereint ist, dann hat es eine ungleich schwächere, und selbst auf Wolle weniger zerstörend wirkende Kraft; man pflegt deßhalb eine solche Lauge dadurch ätzend zu machen, daß man der Holzasche ein Prozent ihres Gewichts (auf den Zentner etwa ein Pfund) ätzenden Kalk beimischt, und dieselbe hierdurch zur Auflösung des Fettes und zur Bereitung der Seife geschickt macht. Das kohlensaure Kali hat, bei seinem kräftigen Zug zu dem Sauerstoff und den Säuren, die Kraft, allerhand Salze zu zersetzen, welche aus der Verbindung einer Säure mit einem Metallkalk oder einer Erde entstanden sind. Man bedient sich deßhalb seiner, um durch Beimischung eines geringen Theiles Potasche vitriolisches oder kalisalziges Wasser von diesen Stoffen zu reinigen, und dasselbe trinkbar und weich zu machen. Den Metallen entzieht dasselbe, wenn sie, wie dieß in der Natur so häufig der Fall ist, oxydirt (verkalkt) sind, in der Schmelzhitze ihren Sauerstoff, so daß man dieses Mittel, wie bereits erwähnt, häufig und mit bestem Erfolg anwendet, um aus den Metallkalken das reine Metall auszuschmelzen. Von der Benutzung der Potasche zum Glasmachen sprachen wir schon im vorhergehenden Kapitel. Für die geringeren und schlechteren Sorten des Glases wendet man statt der Potasche selbst Holzasche an.

Das Kali verbindet sich mit allen Säuren. Eine der wichtigsten Verbindungen dieser Art ist die der Sal-

petersäure mit Kali zu Salpeter, von dessen mannigfacher Benutzbarkeit wir bereits sprachen, und noch im nächsten Capitel sprechen werden. In vielfachem Gebrauch ist auch die Verbindung des Kali mit der Schwefelsäure. Namentlich bedient man sich des schwefelsauren Kalis, um manche Sorten von Gläsern zu bereiten, indem ein Gemenge desselben mit $1\frac{2}{3}$ geglühtem Kiessand, $\frac{3}{10}$ zerfallenem Kalk und $\frac{2}{15}$ Holzkohlenpulver eine im Glastiegel leicht fließende Masse gibt. Im Wein, welcher durch essigsaures Bleioxyd (Bleizucker) verfälscht und vergiftet ist, bewirkt das schwefelsaure Kali einen augenfälligen Niederschlag des Bleioxyds (S. 52).

39. Das Mineralkali oder Natron.

Was das gemeine Kali für das Gewächsreich des Landes, das ist das Natron für das Gewächsreich des Meeres und der Meeresküsten. Denn in diesem Theil des Pflanzenreiches ist dasselbe so häufig enthalten, daß man aus ihm, auf ähnliche Weise wie aus der ausgelaugten Asche der verbrannten Sträucher und Bäume die Potasche, so die Soda gewinnt, welche in ihren Eigenschaften sehr nahe übereinstimmt mit der gemeinen Potasche, weil auch sie, wie diese, ein kohlensaures Kali, nicht aber ein vegetabilisches, sondern ein mineralisches ist.

Diese Bezeichnung, als eines mineralischen, nicht zunächst vegetabilischen Stoffes, gebührt dem Natron vorzugsweise aus dem Grunde, weil dasselbe in unermeßbarer Menge in einem irdischen Körper gefunden wird, welcher nicht zum Reich der organischen Wesen, sondern zum Mineralreich gehört: im gemeinen Kochsalz, das so häufig im Gewässer des Meeres enthalten ist, daß man im Mittel aus jedem Pfund dieses Wassers, da wo dasselbe nicht durch einströmende Flüsse mit zu vielem Süßwasser vermengt ist, ein reichliches Loth solchen Salzes gewinnen kann. Dieser, für den

menschlischen Haushalt so wichtige, dem Thierreich zu seinem Gedeihen so förderliche Körper ist, wie wir oben, im 32. Kap. sahen, eine Verbindung, nicht des mineralischen Laugensalzes oder des Natrons selber, sondern seines metallischen Grundstoffes mit dem Chlor, welches hierbei die Stelle des Sauerstoffgases vertritt, zugleich aber, statt eines laugensalzartig ätzenden Körpers ein vollkommenes Salz erzeugt, an welchem keine Spur mehr von den zersetzenden und zerstörenden Eigenschaften des Kalis gefunden wird. Der metallähnliche Grundstoff, oder das Natrium, welcher in seinem Aussehen und Eigenschaften dem Kalium nahe gleicht, ist im Kochsalz mit dem Chlor im Verhältniß der Gewichtstheile wie 23 zu 36 verbunden. Bei der Zersetzung jedoch des Kochsalzes mittelst der Schwefelsäure wird weder der eine noch der andere der beiden Grundstoffe, weder Chlor noch Natrium, im reinen Zustand erhalten, sondern das Chlor verbindet sich mit dem Wasserstoff der Schwefelsäure-Auflösung zu Salzsäure, während sich das Natrium mit dem Sauerstoff und nun als Oxyd mit der Schwefelsäure, zu schwefelsaurem Natron vereint. Will man nun die Zersetzung noch weiter führen, und das Natron von der Schwefelsäure scheiden, dann muß man das neuentstandene Salz mit Kohle und Aetzkalk der Glühhitze aussetzen, wobei der Sauerstoff der Säure an die Kohle, der reine Schwefel an den Kalk übergeht, das Natron aber mit der Kohlensäure zur Soda sich verbindet.

Diesen mühsamen und langwierigen Umweg, welchen die chemische Kunst nehmen muß, um aus dem Kochsalz die mineralische Potasche oder die Soda zu gewinnen, erspart uns die einfache Wirksamkeit der Lebenskraft, welche im Gewächsreich waltet, wenn dieses, statt des reineren Landgewässers, Seewasser in seine Nahrungssäfte aufnimmt. Denn die Pflanzenarten, deren natürlicher Standort ein salziger Boden ist, geben die Salzsäure als Dampf oder Ausdünstungsstoff von

sich, und behalten das Natron zurück, das sich, mit der Kohlensäure vereint, aus ihrer Asche als mineralische Potasche (Soda) auslaugen läßt.

Zur Darstellung des mineralischen Laugensalzes in ätzendem Zustand wendet man eben so, wie bei der Potasche, eine Auflösung von ätzendem Kalk in nahe dreißig Theilen seines Gewichtes an, womit man die Soda (1 Loth mit 30 Loth) in einem bedeckten eisernen Gefäße etwa eine Stunde lang kochen läßt. Das Aetznatron, das man auf diese Weise gewinnt, behält ebenso wie das Aetzkali einen Gewichtstheil an Wasser zurück, den es sich selbst durch das stärkste Glühen nicht entziehen läßt. Beide Stoffe, das Natron wie das Wasser, sind zusammengesetzt; jenes besteht aus der Vereinigung einer metallischen Grundlage mit dem Sauerstoffgas, im Verhältniß von 23 zu 8, dieses aus einer Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoffgas im Verhältniß von 1 zu 8. Die Summen beider Mischungszahlen geben 31 und 9, oder 40, während sich für das Aetzkali, dessen metallische Grundlage mit dem Sauerstoffgas im Verhältniß wie $39^1/_8$ mit 8 verbunden ist, im Verein mit dem Mischungstheile des Wassers, den es festgebunden hält, und der auch bei ihm die Zahl 9 hat, die Gesammtsumme von $56^1/_8$ ergibt. Und das Verhältniß dieser Gesammtsumme (wie 5 zu 7) in der Mischung beider Körper ist auch für ihre weiteren Verbindungen von entschiedener Wichtigkeit, denn sowohl zur Sättigung von Säuren als zur Bereitung von Seife, von Glas u. s. w. erreicht man durch Anwendung von 5 Pfund Aetznatron ganz dasselbe, was man nur durch 7 Pfund Aetzkali bewirken kann. Und, abgesehen von jenen Eigenschaften, welche, wie wir sogleich sehen werden, dem Aetznatron wieder einen Theil seiner Wirksamkeit benehmen können, wird durch dasselbe bei vielen Gelegenheiten noch ungleich mehr und Vorzüglicheres ausgerichtet, als durch das Aetzkali, denn wo z. B. dieses mit den Oel- und Fettarten nur

weiche und schmierige Seifen gibt, werden durch das Aetznatron harte und feste erzeugt, daher man auch, um der Pflanzenkaliseife einen bessern Zusammenhalt und Festigkeit zu verschaffen, bei der Bereitung derselben, dem siedenden Gemenge des Fettes und der Lauge Kochsalz beisetzt, dessen Natron mit einem Theil des Fettes sich verbindet, während sein Chlor, mit dem Pflanzenkali vereint, Chlorkalium bildet. Auch zur Bereitung des Glases hat das Natron bedeutende Vorzüge vor dem gemeinen Kali; man wendet hierbei vorzugsweise das schwefelsaure Natron an. Aus feuchter Luft zieht das Aetznatron das Wasser so häufig an, daß es damit flüssig wird, überhaupt löst sich dasselbe mit Wasser zu einer Lauge auf, welche im gesättigten Zustand eine Erhitzung von 172 Grad R. verträgt, ehe sie zum Sieden kommt. Man bedient sich deßhalb einer solchen siedenden Lauge, um den Wasserdämpfen einen mehr denn doppelten Grad der Hitze zu geben, als der gewöhnliche des kochenden Wassers ist.

Das kohlensaure Natron zeigt eine große Neigung, regelmäßige Gestaltung anzunehmen — zu krystallisiren. — Wenn man deßhalb solches, das zu einem Pulver zerfallen und trocken ist, mit einem gleichen Gewichtstheil Wasser vermischt, dann entsteht sogleich eine feste Masse, die ein Gemenge von lauter kleinen Krystallen ist. Von dem krystallisirten kohlensauren Natron gilt aber nicht mehr das, was wir vorhin von dem Aetznatron sagten, daß es in $^{2}/_{7}$mal geringerem Gewichtsverhältniß angewendet werden kann, als das kohlensaure Kali oder die Potasche, denn bei seinem Krystallisiren nimmt das kohlensaure Natron zehn ganze Mischungsgewichte Wasser auf, so daß in $4^{1}/_{2}$ Pfund oder genauer ausgedrückt in 3 Pfund und 15 Loth desselben enthalten sind: 23 Loth Natrium, 8 Loth Sauerstoffgas, 22 Loth Kohlensäure und 90 Loth Krystallisationswasser, während die trockene Potasche nur aus einer Verbindung des Kalis mit der Kohlensäure, mithin aus $39^{1}/_{8}$ Kalium, 8 Sauerstoff-

gas, 22 Kohlensäure besteht, so daß 69 Loth reine, trockene Potasche zur Sättigung der Säuren und bei der Zerlegung von Metallsalzen eben so viel leisten als 143 Loth krystallisirtes kohlensaures Natron. Abgesehen jedoch davon, daß man das kohlensaure Natron auch in wasserfreiem Zustand darstellen kann, wo sich dann eben so wie im ätzenden Zustand beider Laugensalze der Vergleich der Wirksamkeit wieder ganz zu Gunsten des kohlensauren Natrons (wie 7 zu 5) herausstellt, behält dennoch auch das krystallisirte kohlensaure Natron, so wie es ist, manche Vorzüge vor dem kohlensauren Kali. Denn während die Potasche beständig das Wasser aus der feuchten Luft anzieht, so daß man Mühe hat, einen bretternen Fußboden oder anderes Holz, das mit Potasche gereinigt war, trocken zu bringen, zeigt das krystallisirte kohlensaure Natron die ganz entgegengesetzte Neigung. Dieses sucht sich vielmehr seiner Ueberfülle an Wasser zu entledigen; es wird an der Luft von selbst trocken und zerfällt dabei in ein weißes Pulver; Gegenstände, die man durch dasselbe reinigte, trocknen deshalb leicht. Auch benimmt es dem Seewasser jene öfters sehr unangenehme Eigenschaft, vermöge welcher die Zeuge, die in ihm gewaschen oder von ihm durchnäßt waren, immer feucht bleiben. Hiervon ist die salzsaure Bittererde, welche im Seewasser enthalten ist, die Ursache, denn diese zieht auch ohne Aufhören das Wasser aus der feuchten Luft an sich. Das kohlensaure Natron schlägt dieses Bittersalz aus dem Seewasser nieder, und wenn man von jenem noch etwas mehr zusetzt als zur Beförderung des Niederschlages nöthig war, dann erhält man ein Wasser, das zum Reinigen der Wäsche eben so wirksam und brauchbar ist, als das beste Seifenwasser. Im gewöhnlichen Haushalt pflegt man sich auch des kohlensauren Natrons zur Bereitung eines ganz vorzüglichen Reinigungs- und Waschmittels zu bedienen, indem man zuerst 5 Pfund Sodaseife in 12 Pfund siedendem Wasser auflöst; dann dieser Mischung eine Auf-

lösung von 2 Pfd. krystallisirtem, kohlensaurem Natron in 4 Pfd. kochendem Wasser zusetzt, worauf man die Gesammtmasse durch Umrühren gut zusammenmischt. Sie wird beim Erkalten fest, so daß sie sich in Stücke zerschneiden läßt wie Seife und als solche benutzt werden kann. Wollene Zeuge mit solcher Seife gewaschen, laufen wenig und in einer blosen Lauge von kohlensaurem Natron gar nicht ein.

Das kohlensaure Natron hat auch unter anderem die Fähigkeit, noch über sein erstes ein zweites Mischungsgewicht, mithin noch einmal 22 Theile Kohlensäure aufzunehmen. Ein solches doppelt kohlensaures Natron erhält man, wenn man kohlensaures Gas mit dem an der Luft zerfallenen einfachen Salze oder mit wasserfreier Soda in Berührung bringt; und man bedient sich desselben zur Erzeugung der Brausepulver und der künstlichen Mineralwasser.

Die Verbindung des Natrons mit der Salpetersäure zu Natronsalpeter scheint in der Natur fast in ebenso großen Massen vorzukommen als die mit dem gemeinen Kali. Während man die letztere, den gemeinen Salpeter, vorzüglich aus Ostindien und den Salpeterkalkhöhlen des nördlicheren Amerika's zu uns bringt, kommt der Natronsalpeter in so großer Menge aus einigen Küstengegenden der Südsee zu uns, daß er viel wohlfeileren Kaufes zu haben ist als der gemeine. Wegen seiner gewöhnlichsten Fundorte nennt man den ersteren auch den Chili- oder Südseesalpeter. Neben seiner Wohlfeilheit empfiehlt sich derselbe auch noch durch andere Eigenschaften unsern Gewerbsleuten, wie wir dies hier durch einen näheren Vergleich der Zusammensetzung und Wirksamkeit beider Arten des Salpeters deutlich machen wollen.

Das vegetabilische wie das mineralische Laugensalz und namentlich auch die Laugensalzähnliche Kalkerde haben jene Eigenschaft mit einander gemeinsam, dem Stickstoffgas der Atmosphäre die polarische Spannung

gegen das Sauerstoffgas mitzutheilen, wodurch dasselbe zu einer Säure — zur Salpetersäure wird, in deren Verbindung der Zug, den die Laugensalze nach der Vereinigung mit Säuren haben, sich befriedigen und sättigen kann. Die Salpetersäure ist aus 5mal 8 oder 40 Gewichtstheilen und 14 Theilen Stickstoff zusammengesetzt, sie hat deßhalb die Zahl 54, welche mit 47$^1/_8$ Theilen Pflanzenkali den gemeinen, mit 31 Theilen Natron den Natronsalpeter bildet. 85 Pfund des letzteren enthalten deßhalb ebenso viel Salpetersäure in ihrer Mischung als 101$^1/_8$ Pfund gemeiner Salpeter; und es wird hierdurch einleuchtend, in wie viel größerer Menge die Salpetersäure aus Chilisalpeter als aus einer gleichen Quantität des gemeinen ausgeschieden werden könne. Aber der Natronsalpeter hat, obwohl in minderem Grade als der salpetersaure Kalk, die Eigenschaft, das Wasser aus der feuchten Luft an sich zu ziehen, wodurch sein Gewicht allerdings um etwas vermehrt wird, was bei dem gemeinen Salpeter, der kein Wasser an sich zieht, nicht der Fall ist. Um das Schmelzen der edlen Metalle zu befördern, so wie zum Glasmachen, zum Gewinnen des Stickstoffoxydgases, welches zum Erzeugen der Schwefelsäure (nach C. 33) benutzt wird, bedient man sich des Natronsalpeters mit demselben Erfolg und Vortheil als des Kalisalpeters, nicht aber so zur Schießpulverfabrikation. Ein Pulver, zu dessen Fertigung man Chilisalpeter nahm, ist von ungleich schwächerer Wirkung als das gewöhnliche Schießpulver, weil es dreimal so viel Zeit zu seinem Verbrennen bedarf als dieses. Gerade aber dieses langsamere Abbrennen macht das Natronschießpulver recht besonders geschickt zu einem Material für Feuerwerker. Der Salpeter schießt aus seiner Auflösung in heißem Wasser beim Erkalten desselben sehr leicht in Krystallen an, und bei dieser wie bei anderer ähnlicher Gelegenheit hat man die Beobachtung gemacht, daß die krystallinische Gestaltung dadurch sehr beschleunigt wird, daß man schon gebildete Salpeterkrystalle in

die Auflösung hineinbringt. Durch ein solches Verfahren kann man auch bewirken, daß aus einem Wasser, darinnen außer dem Salpeter auch schwefelsaure Salze aufgelöst sind, zuerst und ausschließend nur die Salpeterkrystalle sich absetzen, während der Abscheidung und Gestaltung der andern Salze so lange Einhalt gethan wird, bis aller Salpeter sich krystallisirt hat.

Das phosphorsaure Natron gewinnt man dadurch, daß man die aus der Knochenasche erzeugte Phosphorsäure mit Soda vermischt, aus der die stärkere Säure die schwächere — die Kohlensäure, austreibt und sich an ihre Stelle setzt. Mit Metallkalken so wie mit einigen Erden zusammengeschmolzen, gibt das phosphorsaure Natron ein leicht schmelzbares Glas, das bei dem Fertigen von irdenen Geschirren zu einer Glasur dienen kann, welche der Gesundheit keinen Nachtheil bringt.

Das schwefelsaure Natron, das aus 31 Theilen (Loth oder Pfund) Natron und 40 Theilen (Loth oder Pfund) Schwefelsäure zusammengesetzt ist, hat von jenem Arzte, der dasselbe zuerst zur Anwendung in der Arzneikunde bereitete, den Namen Glaubersalz erhalten. Man erhält dieses Salz, wenn man auf die im 32. Cap. erwähnte Weise Kochsalz durch Schwefelsäure zersetzt. Man empfiehlt das Aufstreuen des Glaubersalzes um junge Bäume herum als ein Beförderungsmittel des Wachsthums.

Von der Verbindung der metallischen Grundlage des Natrons mit dem Chlor, woraus das allbekannte Kochsalz entsteht, war schon im 32. Cap. die Rede. Dieses Salz wird durch verschiedene andere Salze leicht zersetzt, wie namentlich, wenn man es mit schwefelsaurem Ammoniak in einer Retorte erhitzt, wobei sich die stärkere Säure zu dem stärkeren, die schwächere zu dem schwächeren Laugensalze gesellt und hierdurch schwefelsaures Natron und salzsaures Ammoniak (Salmiak) entstehen. Selbst durch die blose Hitze pflegt man schon seit alter Zeit das Kochsalz zu zersetzen, indem man es in jene Töpfer=

öfen wirft, darinnen sich Thongeschirre in Gluth befinden. Die Salzsäure entweicht dann und das Natron dient zum Verglasen des Thones. Nicht nur Fleisch und andere thierische Stoffe kann man durch Einsalzen vor der Fäulniß bewahren, sondern selbst das Holz, das man zum Schiffsbau benutzen will, pflegt man einer Art von Einsalzung zu unterwerfen. Dem Thierreich wie dem Pflanzenreich (durch Düngen des Bodens) ist das Salz zu ihrem Gedeihen zuträglich; leicht oxydirbare Metalle werden durch Salzauflösungen angegriffen und können, wenn z. B. ein kupferner Kessel nicht stark verzinnt ist, der Gesundheit sehr nachtheilig werden. In den Salzsoolen, so wie in der Lauge der Seifensieder, welche der Kalklauge Kochsalz zusetzen, kommt ein Salz vor, dessen einer Hauptbestandtheil eben so wie beim Kochsalz das Chlor, der andere aber nicht das Natronmetall, sondern die metallähnliche Grundlage des Kali's ist. Diese Verbindung, das Chlorkalium genannt, hat zwar nicht ganz den Geschmack, wohl aber die fäulnißhemmende Wirkung des Kochsalzes, so daß man sich seiner auch zum Einsalzen bedienen kann.

40. Der Kalk.

Diese durch die ganze irdische Körperwelt so weit verbreitete, für den menschlichen Haushalt so wichtige Erdart ist ihrem Wesen nach mit den beiden zuletzt beschriebenen, eigentlichen Laugensalzen sehr nahe verwandt. Auch sie bestehet aus einer metallähnlichen Grundlage, die sich übrigens schon durch ihre große Leichtigkeit von den eigentlichen Metallen unterscheidet, und aus Sauerstoffgas. Wenn wir für das letztere auch hier, wie bei allen bisher beschriebenen Grundstoffen, jene Zahl des Mischungsgewichtes beibehalten, die dasselbe in seinem Verein mit dem Wasserstoffgas zu Wasser hat, nämlich 8, dann ist die Zahl des Kalkmetalles oder Calciums 20 und die ätzende Kalkerde hat mithin zu ihrem Mischungsgewicht die Gesammtzahl 28, während diese Zahl für

das wasserfreie Kali $47^1/_8$ war. Um deßhalb irgend eine Säure, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, mit Kalkerde oder mit Kali zu sättigen, braucht man von jener nur 28, von dieser 47 Pfund.

Am häufigsten finden wir in der irdischen Körperwelt den Kalk, ebenso wie das Kali, mit Kohlensäure verbunden. Diese schwache Säure wird zugleich mit dem kleinen Antheil des Wassers, der ihr beigesellt ist, durch die blose Hitze unserer Kalköfen ausgetrieben und hierdurch der ätzende Kalk dargestellt, der für die Anwendung im menschlichen Haushalt von vorzüglichstem Nutzen ist. Bei diesem Brennen darf die Hitze nicht zu gäh, noch in zu starkem Grade angewendet werden, weil sonst zunächst nur das Wasser, nicht auch die Kohlensäure, in Dampfform übergeht, und die letztere nun so fest mit dem Kalk verbunden bleibt, daß ein solcher sogenannt todtgebrannter Kalk sich nur unvollkommen im Wasser auflöst. Ueberhaupt aber ist die Auflöslichkeit der ätzenden Kalkerde im Wasser unvergleichbar viel geringer als die des Aetzkali's, denn während das letztere schon mit der Hälfte seines Gewichtes an siedendem Wasser zu einer starken Lauge wird, bedarf der Aetzkalk das mehr denn Zwölfhundertfache seines Gewichtes von kochendem Wasser, um mit diesem jene eigentliche Lauge zu bilden, welche unter dem Namen des Kalkwassers bekannt und in vielfachem Gebrauch ist. Doch macht der Kalk rücksichtlich seiner Auflösbarkeit im Wasser dadurch eine merkwürdige Ausnahme von den Kalien, daß diese Auflösung um so leichter von statten geht, je kälter das Wasser ist. Denn von ganz eiskaltem Wasser reichen schon 600 Gewichtstheile hin, um eine gewisse Quantität des Aetzkalkes in Kalklauge zu verwandeln; vom kochenden braucht man doppelt so viel. Eine geringere Menge des Wassers bewirkt keine eigentliche, wahrhafte Auflösung, sondern nur jene Mischungen mit überschüssigem Kalk, welche man Kalkmilch nennt, oder

deren man sich als Kalkbrei zum Fertigen des Mörtels bedient.

Ganz verschieden von dem, was wir hier als vollkommenes oder unvollkommenes Auflösen des Aetzkalkes bezeichneten, ist das Löschen desselben. Ohnehin muß dieses der Auflösung vorausgehen, denn nur mit dem schon gelöschten Kalk kann man das Kalkwasser und die Kalkmilch so wie die breiartigen Kalkwassergemenge bilden. Beim Brennen hat der Kalk, wie bereits erwähnt, mit der Kohlensäure zugleich jenen kleinen Gewichtstheil von Wasser verloren, der unter seinen Bestandtheilen war; er nimmt beide verlorene Stoffe mit Begierde wieder in sich auf, zunächst aber das Wasser, und zwar dieses in ungleich größerer Menge als die war, welche ihm durch die Hitze entzogen wurde. Obgleich sich der Aetzkalk, wenn er mit Wasser gelöscht wird, so stark erhitzt, daß sich Schießpulver, ja selbst Stroh, wenn er auf Wägen in dieses verpackt war und ein Regen darauf fiel, öfters daran entzündet hat, ist dennoch zum Ablöschen desselben, welches sich hierin ganz verschieden von der Auflösung desselben zeigt, das heiße Wasser ungleich wirksamer.

Beachtenswerth ist das Verhalten des Kalkes gegen Licht und Wärme. Wenn man mit einem Löthrohr die schwache, am Tage kaum erkennbare Weingeistflamme auf ein Stückchen Kalk hinbläst, dann entsteht ein Licht, dessen Helle den Augen kaum erträglich ist. Wenn man zugleich statt der gemeinen Luft Sauerstoffgas auf die Weingeistflamme streichen läßt, dann wird ihr Licht 80mal heller als das der Argandschen Lampen und ist als Seesignal auf Leuchtthürmen in einer Entfernung von 24 Seemeilen wahrzunehmen. Auch die Hitze der glühenden Steinkohlen soll um das Doppelte verstärkt werden, wenn man in einem Ofen über dem Feuer noch einen Rost anbringt und auf diesen Kalksteine legt, die bei solcher Gelegenheit zugleich gebrannt werden können. Mit diesem Vermögen des Kalkes, Licht und Wärme in ihrer

Wirksamkeit zu verstärken, steht vielleicht jene Bestimmung in naher Beziehung, welche das meist aus Kalk bestehende Knochenskelet im thierischen, so wie selbst noch im menschlichen Körper zu haben scheint; denn die Wirksamkeit des Lichtes und der Wärme an der Leiblichkeit ist mit jener der Lebenskraft sehr nahe verwandt.

Das Kalkwasser so wie die Kalkmilch ziehen die Kohlensäure mit solcher Kraft an, daß sie an der freien Luft in Kurzem sich mit einer Haut von kohlensaurem Kalk bedecken. Man pflegt deshalb solche Gasarten, welche mit Kohlensäure verunreinigt sind, dadurch von dieser zu reinigen, daß man dieselben durch Kalkmilch aufsteigen läßt. Dieser Zug des ätzenden Kalkes zur Kohlensäure äußert sich auch, nur in anderer Form, in dem Verhalten desselben gegen fette Stoffe des Pflanzen- und Thierreiches, weil diese aus einer Verbindung des an Menge vorwaltenden Kohlenstoffes mit Sauer- und Wasserstoff bestehen. Wenn man nämlich den gebrannten Kalk so lange in Wasser eintaucht, bis man eine Erwärmung an ihm bemerkt, dann ihn nach dem Herausnehmen in Staub zerfallen läßt, und diesen Staub mit Fischthran zusammenrührt, erhält man daraus einen fest am Holze haftenden Kitt, dessen man sich in Spanien bedient, um das Holzwerk der Schiffe gegen Bohrwürmer zu schützen.

Im kohlensauren Kalk ist die Kohlensäure, welche, wie wir im 31. Cap. sahen, aus 2mal 8 Gewichtstheilen Sauerstoff und 6 Kohlenstoff bestehet, im Verhältniß von 22 zu 28 mit dem Kalk verbunden. Die Kalkerde hat aber eine so große Neigung, sich mit Säuren zu vereinen, daß man sich nicht nur des kohlensauren Kalkes bei vielfacher Gelegenheit als eines Einsaugemittels gegen schädliche Säuren bedienen kann, sondern daß selbst der mit Kohlensäure im gewöhnlichen Verhältniß schon gesättigte Kalk noch ein größeres Mischungsgewicht von dieser Säure an sich zieht und hierdurch zum übersauren, kohlensauren Kalk wird. Der einfach

kohlensaure Kalk schlägt sich im Wasser nieder, bildet in diesem einen Bodensatz, weil er nicht im Wasser auflöslich ist. Dieses aber ist er, sobald er durch Aufnahme eines größeren Gewichtstheiles Kohlensäure zum sauren, kohlensauren Kalk geworden ist. In solcher Form ist der Kalk in unsern sogenannten harten Wassern enthalten. Da die Kohlensäure durch die Hitze leicht verflüchtigt wird, pflegt man die harten Wasser durch Kochen zu verbessern, denn sie lassen dabei den Ueberschuß ihrer Kohlensäure fahren und ihr Gehalt an einfach kohlensaurem Kalk schlägt sich als Kesselstein zu Boden. Dieser steinartige Niederschlag bildet sich auch häufig bei gewöhnlicher Temperatur in unsern Wasserleitungen und bleiernen Röhren. Diese letzteren werden jedoch dadurch vor dem Ansatz des Kesselsteines bewahrt, daß man von oben Oeffnungen in die Röhren macht und in dieselben eiserne Pfropfen hineinsteckt. Da das Eisen eine viel stärkere Anziehung zum kohlensauren Kalk hat, als das Blei, setzt sich dann auch der Kesselstein blos an jene Pfropfen an, die man von Zeit zu Zeit herausnimmt und reinigt.

Alle stärkeren Säuren treiben, wie schon erwähnt, die schwächere Kohlensäure aus. Man pflegt deßhalb, da der kohlensaure Kalk in unsern gemeinen Kalksteinen häufig mit andern (erdigen) Stoffen vermischt und verunreinigt ist, seinen Gehalt dadurch zu prüfen, daß man ihn in starkem Essig auflöst, wobei dann die fremden erdigen Theile sich zu Boden setzen und besonders gewogen werden können; oder auch so, daß man die Kohlensäure zuerst durch Salpetersäure und diese wieder durch Schwefelsäure ausscheidet, welche letztere mit dem Kalk alsbald zu Gyps sich vereint.

Die Verbindung des Kalkes mit der Schwefelsäure, die in der Natur den gemeinen Gyps, den Alabaster, den Fasergyps, so wie in ihrer vollkommenen krystallinischen Form das Fraueneis bildet, unterscheidet sich äußerlich schon durch ihre viel geringere Härte von dem kohlen-

sauren Kalkstein, zu welchem alle eigentliche Marmorarten gehören. Der gewöhnliche schwefelsaure Kalk oder Gyps enthält 28 Gewichtstheile Kalk, 40 Schwefelsäure und 18 Wasser, doch findet sich, namentlich in den Steinsalzgebirgen, ein Gyps, welcher frei von der Beimischung des Wassers, blos aus Schwefelsäure und Kalk besteht und deßhalb der wasserlose (Anhydrit) heißt. Auch durch die Kunst kann man den Gyps von seinem Wasser frei machen, indem man ihn einer (mäßigen) Erhitzung aussetzt. Während sich der ungebrannte Gyps nur sehr schwer im Wasser auflöst, ist der gebrannte überaus leicht auflöslich und man kann denselben mit einem gleichen Gewichtstheil Wasser zu einem Brei anrühren, welcher sehr schnell zu einem festen, dichten Körper erhärtet und deßhalb zu Gypsabgüssen, Stuckaturwerken, Trockenmauern bei Wasserbauten angewendet wird. Der Gyps als Streupulver und Einmischung in den Boden zeigt sich für den Klee- und Kartoffelbau sehr förderlich. Aus den stehenden Wassern, welche gypshaltig sind, entwickeln sich leicht faulige Dämpfe, denen man durch den Geruch nach faulen Eiern ihren Gehalt an Schwefelwasserstoffgas anmerkt. Durch einen kleinen Zusatz von Kochsalz wird ein solches Wasser rein und trinkbar.

Der sogenannte salzsaure Kalk oder richtiger gesagt das Chlorcalcium, weil er eine Verbindung der metallähnlichen Grundlage des Kalkes mit dem Chlor ist, findet sich hin und wieder in der Natur, namentlich als Gemengtheil in dem Wasser des todten Meeres. Man pflegt ihn auf sehr leichte Weise künstlich darzustellen, indem man Kreide oder Kalk in Salzsäure auflöst. Diese Verbindung enthält Wasser, das man ihr durch die Hitze entziehen kann, welches sie aber mit solcher Heftigkeit wieder anzieht, daß man namentlich dem Weingeist dadurch sein Wasser entziehen und ihn als reinen Alkohol darstellen kann. Wegen seiner Neigung zum Wasser wird das Chlorcalcium nie ganz trocken, man setzt es daher solchen Mischungen zu, oder bestreicht

solche Gegenstände damit, die man feucht erhalten will. Wenn man das krystallisirte Chlorcalcium bei einer Kälte von 20 Grad zu gleichen Theilen mit Schnee mischt, entsteht eine so große Kälte, daß man in einer solchen Mischung eine Masse von Quecksilber, welche mehr als das Doppelte ihres Gewichtes beträgt, zum Gefrieren bringen kann.

Mit der Salpetersäure verbunden bildet der Kalk, wie bereits erwähnt, sehr häufig in der Natur den sogenannten Kalksalpeter, der sich als Beschlag der Wände mancher Keller, darinnen vegetabilische Körper enthalten sind, und der Salpeterhöhlen erzeugt und das Wasser so häufig an sich zieht, daß er mit ihm zerfließlich wird. Man scheidet aus ihm die Salpetersäure wie aus dem gemeinen Salpeter.

Phosphorsaurer Kalk heißt, wo er in krystallinischer Gestalt im Steinreich vorkommt, Spargelstein und Apatit. Er ist im vollkommenen Thierreich ein Hauptbestandtheil der Knochen.

Der flußsaure Kalk, von dessen Säure schon oben (im 36. Cap.) die Rede war, bildet als Flußspath meist buntfarbige, würfliche und achtflachige Krystalle. Er ist in den Erzgängen öfters ein Begleiter der Metalle. Auch in einem unserer Edelsteine, dem Topas, findet sich die Flußsäure als Bestandtheil.

41. Die Talkerde oder Bittererde.

Da die kohlensaure Talkerde unter dem Namen der Magnesia am meisten bekannt und in Gebrauch ist, hat man auch der metallähnlichen Grundlage der Talkerde den Namen Magnium gegeben. Dieser metallähnliche Grundstoff ist von sehr geringer Schwere, und schon 12 Gewichtstheile desselben bilden mit 8 Theilen Sauerstoffgas die Talkerde, welche in der Natur als Bestandtheil vieler Steinarten und Salze vorkommt. Die Steinarten vom Geschlecht des Talks unterscheiden sich zum Theil durch ihr fettiges Aussehen, ihre große Weich-

heit, ihr fettiges Anfühlen von andern Steinarten; der Meerschaum, welcher zu ihnen gehört, auch durch seine Leichtigkeit; seine Salze, namentlich die schwefelsaure Talkerde, machen sich durch ihren bittern Geschmack kennbar, welcher die Veranlassung gab, die Talkerde auch Bittererde zu benennen.

Die reine Bittererde, die man in Form eines leichten, weißen Pulvers durch Glühen aus der Magnesia erhält, ist außerordentlich schwer schmelzbar, so daß man aus ihr, in Verbindung mit der Thonerde Schmelztiegel bereitet, welche zum Schmelzen von Gläsern sehr geschickt sind. Die Talkerde löst sich nur in sehr geringer Menge im Wasser auf und zwar selbst im kalten nur wenig, im heißen aber noch ungleich weniger.

Jene Verbindung, in welcher die Talkerde am häufigsten und gemeinsten in der irdischen Natur gefunden wird, ist die mit dem Chlor, zu Chlormagnium, oder wie man sonst sie nannte, salzsaurer Bittererde. Dieses Salz findet sich unter den Bestandtheilen des Meerwassers und als Begleiter des Kochsalzes auch in den Salzmassen unserer Gebirge. In den Salzsiedereien bleibt es wegen seiner leichten Auflöslichkeit und großen Anhänglichkeit an das Wasser in der Mutterlauge zurück; und wo man das Seesalz aus dem Meereswasser gewinnt, pflegt man dasselbe dadurch von der salzsauren Bittererde zu reinigen, daß man das Gesammtgehäufe der Salze mit etwas Wasser begießt, oder wohl gar einigen Regengüssen aussetzt, wodurch jenes leicht auflösliche Salz zunächst hinweggewaschen wird, während das schwerer auflösliche Kochsalz zum größten Theil zurückbleibt.

Die schwefelsaure Bittererde, unter dem Namen des Bittersalzes allgemein bekannt, findet sich in vielen Salzquellen und in mehreren jener Gesundbrunnen, deren Wasser man bei allerhand Leiden, namentlich des Unterleibes, wegen seiner abführenden Wirkung zu empfehlen pflegt. Da man es aus diesen wässrigen Auf-

lö-

lösungen leicht und in Menge gewinnen kann, benützt man dasselbe vornämlich dazu, um aus ihm die kohlensaure Talkerde oder Magnesia zu erhalten. Diesen Zweck erreicht man, indem man eine wässrige Auflösung des kohlensauren Kali's und des kohlensauren Natrons mit der schwefelsauren Talkerde vermischt, denn die stärkere Säure gesellt sich jetzt zu den stärkeren Grundlagen, den Laugensalzen, aus denen sie die schwächere Kohlensäure vertreibt, mit deren Sättigung nun die schwächere Basis oder Grundlage, die Talkerde, sich begnügen muß.

42. Die Thonerde.

Aus dem Alaun, auf Lateinisch Alumen, pflegt man die Thonerde durch Beimischung von kohlensaurem Natron in heißem Wasser auszuscheiden, weil die Schwefelsäure, die mit jener so wie mit Kali im Alaun verbunden war, dem Zuge nach der neu hinzugekommenen stärkeren Grundlage folgend, mit dem Natron sich vereint, und die Erde aus der Mischung als weißes Pulver abgeschieden wird. Dies ist der Grund, aus welchem man den metallähnlichen Grundstoff der Thonerde nach dem Alaun Aluminium genannt hat. Er verbindet sich dem Gewicht nach in einem Verhältniß wie 27 zu 24 mit dem Sauerstoffgas zur eigentlichen, reinen Thonerde; man pflegt aber anzunehmen, daß das eigentliche Verhältniß der Mischungsgewichte wie $13^1/_2$ zu 8 sey, daß mithin in der Thonerde zwei Mischungsgewichte der metallähnlichen Grundlage mit drei Mischungsgewichten des Sauerstoffs vereint seyen, so daß die Gesammtsumme der Mischungsverhältnisse für diese Erde 51 ist.

Die Thonerde ist, nächst der Kieselerde und Kalkerde, einer der bedeutendsten Bestandtheile der festen Erdrinde; sie kommt in einer großen Menge von Steinarten im Verein mit der Kieselerde vor, welche hierbei die Stelle einer Säure vertritt. In dieser Verbindung mit Kieselerde wendet man dann auch künstlich die Thonerde zur Bereitung von Steingut und all den verschiedenen irdenen

Gefässen an, selbst zur Fertigung von Retorten, denen man ihre Durchdringbarkeit von manchen gasartigen Stoffen dadurch benimmt, daß man ihr Aeußeres mit einem Gemisch von aufgelöstem Borax und gelöschtem Kalk überzieht. Ihre große Benützbarkeit zur Bereitung von Geräthschaften, welche einem hohen Hitzgrad ausgesetzt werden sollen, verdankt die Thonerde ihrer eigenen feuerfesten Natur, denn in der stärksten Gluth zieht sich dieselbe, statt sich auszudehnen und zu schmelzen, vielmehr zusammen, erlangt hierdurch größere Festigkeit und Dichte.

Außer der Verbindung der Thonerde mit Schwefelsäure, die im Verein mit schwefelsaurem Kali den Alaun bildet, hat für die Benützung zu Gewerben die essigsaure Thonerde eine Bedeutung, die man aus einer Mischung des essigsauren Blei's (Bleizuckers) und des Alauns erhält, bei welcher Gelegenheit das Bleioxyd mit der Schwefelsäure sich verbindet und die schwächere Säure an die Erde übergeht. Die essigsaure Thonerde wird als Beize für die rothen und gelben Farben des Kattuns benutzt. Ueberhaupt hat schon der Alaun für sich allein die Eigenschaft, jene Pflanzensäuren, die mit den Laugensalzen blaue oder grüne Farbestoffe geben, aus ihren Verbindungen auszuscheiden, und diese Farben in Roth umzuwandeln. Die Thonerde vereint sich dann öfters mit den Säuren und bildet, namentlich mit der Krappsäure, auf geöltem Kattun das prachtvolle Türkischroth. Zur Erreichung all solcher Zwecke ist es nöthig, daß der Alaun frei von Eisen sey.

43. Baryt und Strontian.

Von dem Baryt oder Schwerspath, welcher hin und wieder als Ausfüllungsmasse der Gangspalten unserer Gebirge, namentlich auch der erzführenden, so wie lager- und nesterweise in den Bergarten der Erdrinde und auf ihrer Oberfläche gefunden wird, hat die metallische Grundlage den Namen Baryum erhalten. Sie ist schwerer

als alle die andern metallähnlichen Grundstoffe der Alkalien und Erden; sie scheint ihren Mischungsgewichten nach im Verhältniß wie $68^3/_5$ zu 8 mit dem Sauerstoffgas verbunden. Dieses Mischungsverhältniß hat die größeste Summe unter all denen, welche wir bei den bisher betrachteten Kalien und Erden erwähnten; die Anwendung des Baryts unterliegt deßhalb, wegen der großen Massen, die man von ihm zu nehmen genöthigt ist, um ihn zu Verbindungen und Ausscheidungen zu benützen, bedeutenden Schwierigkeiten.

In der Natur kommt die Baryterde, welche überhaupt nicht sehr häufig verbreitet ist, noch am meisten mit Schwefelsäure verbunden vor. Durch heftiges Glühen mit Kohlenpulver wird das Sauerstoffgas zuletzt verflüchtigt, das Baryum und der Schwefel verbinden sich, Salpetersäure bildet dann weiter mit dem Baryum den salpetersauren Baryt; auch hier werden die Gasarten der Säuren schon durch eine geringere Hitze verflüchtigt, und es bleibt das Baryum als Oxyd, als äzende Baryterde zurück. Leichter erhält man den Aezbaryt durch Glühen seiner allerdings nur sehr selten vorkommenden Verbindungen mit Kohlensäure: im Witherit.

Der äzende Baryt ist ein heftiges Gift. Er hat den stärksten Zug gegen die Schwefelsäure, stärker noch als selbst die Alkalien, so daß er aus allen salzigen Verbindungen die Schwefelsäure ihren Grundlagen entzieht und an sich reißt.

Die Strontianerde, welche nur in einigen selten vorkommenden Steinarten gefunden wird, besteht aus der Verbindung einer metallähnlichen Grundlage, Strontium genannt, mit dem Sauerstoffgas, im Verhältniß wie 44 zu 8. Ihr Zug gegen die Schwefelsäure kommt jener der Baryterde nahe; dazu kann sie in einer um $^1/_3$ geringeren Gewichtsmenge denn diese angewendet werden. Sie zeigt im äzenden Zustand keine solche giftigen Eigenschaften als der Aezbaryt.

44. Die unbedeutenderen Laugensalze und Erden.

Nur für den Chemiker und Mineralogen, nicht für den Gewerbsmann, nicht für den Haushalt der Menschen, haben die seltenen Stoffe, deren Namen wir hier noch einmal anführen, einiges Interesse. Ihnen allen liegt, wie den sämmtlichen bisher vom 38. bis 43. Capitel beschriebenen Laugensalzen und Erden, ein metallähnliches Element zu Grunde, das in verschiedenem Verhältniß mit dem Sauerstoffgas zur Erdart sich verbindet, und hierdurch nicht wie die eigentlichen Metalle an Eigenschwere ab, sondern vielmehr zunimmt. Nur einige von ihnen gehören zu den Bestandtheilen bekannterer und geschätzterer Steinarten, und erhalten hierdurch einen Werth in den Augen des Freundes der Gesteinwelt; von andern gilt nicht einmal dieses.

Unter die ersteren gehören die Beryllerde, ein Bestandtheil des Smaragds und Berylls, so wie die Zirkonerde, ein Bestandtheil des Hyazinths und des Zirkons. Das Lithium, das in den meisten seiner Eigenschaften an die eigentlichen Laugensalze sich anschließt, in seiner Verbindung mit dem Sauerstoff eben so starkäzend erscheint, als Kali und Natron, ist als Bestandtheil in mehreren Varietäten des Turmalins, wie in einigen, dem Feldspath verwandten Steinarten entdeckt worden. Die metallische Grundlage des Lithiums, welche ähnlich jener des Kalis und Natrons silberweiß von Farbe und leichter als Wasser ist, hat das Eigenthümliche, daß sie nächst dem Kohlenstoff unter allen andern irdischen Grundstoffen in der geringsten Quantität mit dem Sauerstoffgas sich verbindet, nämlich im Verhältniß wie $6^2/_5$ zu 8. Die Yttererde, deren Metalloid Yttrium heißt, findet sich im Gadolinit; die Thorerde im Thorit und mit ihr zugleich die Gebrüder Erbein und Therbein.

45. Die eigentlichen Metalle der negativen Reihe.

Was der Unterschied der eigentlichen Metalle von den blos metallähnlichen Grundstoffen der Laugensalze und Erden sei, davon sprachen wir bereits oben im 27. Capitel; auch erwähnten wir bei dieser und anderer Gelegenheit jenes polarischen Verhältnisses, in welchem die verschiedenen Arten der Metalle zu einander stehen. Hier zunächst hat dieses Verhältniß für uns nur in so weit Bedeutung, als es auf die chemischen Verbindungen sich bezieht, bei welchen die reinen Arten der Metalle mehr in der Weise des Schwefels, des Phosphors, des Chlors, mithin der negativen Reihe der nicht metallischen Grundstoffe, die andern in der Weise der Laugensalze, mithin der positiven, nicht metallischen Elemente sich wirksam zeigen. Unter den Metallen der negativen Reihe haben nur wenige eine besondere Wichtigkeit für die Gewerbthätigkeit und Künste des Menschen; wohl aber kommt vor allem einem von ihnen ein Interesse von Furcht und Schrecken erregender Art zu, weil es ein höchst gefährliches und öfters in die Gesellschaft anderer Grundstoffe sich einschleichendes Gift ist.

Wir nennen dieses negative Metall, das ein Gift und dennoch, von der menschlichen Kunst gebändigt, uns zu vielen Zwecken diensam ist, zuerst: es ist der Arsenik. In rein metallischem (gediegenen) Zustand, wo derselbe noch nicht sechsmal so schwer wiegt als Wasser, wird der Arsenik nur selten gefunden, und seine Neigung, sich zu oxydiren, ist so groß, daß er an der Luft seine zinnweiße Farbe bald verliert und graulichschwarz anläuft. Dagegen wird derselbe öfters mit dem Schwefel so wie mit Metallen und Metalloxyden der positiven Reihe im Verein angetroffen, wobei er zum Theil Farben erzeugt, welche gegen den Einfluß des Lichtes und der Luft beständig, für das Auge sehr annehmlich, dabei aber sämmtlich heftige Gifte sind. Zwei solche arsenikalische Naturfarben sind das rothe Rausch-

gelb oder Realgar und das gelbe Rauschgelb oder Opperment. Der Arsenik kommt am gewöhnlichsten als sogenannter weißer Arsenik, der eine Verbindung des Metalles mit dem Sauerstoffgas im Verhältniß von $37^3/_5$ zu 8 ist, im Handel vor. Dieser löst sich nur sehr schwer in Wasser, überaus leicht aber in einer Kalilauge auf, weil er sich zum Kali ganz wie eine Säure verhält und mit ihm als eine solche sich chemisch verbindet. Stärker jedoch als zum Kali ist der Zug des Arsenikoxyds, das man dieser Eigenschaften wegen arsenige Säure benennen kann, zu manchen Metallkalken der negativen Reihe, namentlich zum Kupferoxyd. Wenn deshalb eine Auflösung von Kupferammoniak, mit Gummi verdickt, etwa auf Kattun aufgedruckt, dann getrocknet in eine lauwarme Auflösung von arseniksaurem Kali hineingetaucht wird, da erzeugt sich das prachtvoll grüne arseniksaure Kupferoxyd, wodurch freilich ein Gewand, wenn nicht das dem Zeug anklebende arseniksaure Kali vollkommen wieder ausgewaschen wurde, giftige Eigenschaften annehmen kann. Das gleiche Bedenken, als gegen mehr oder minder gefährliche Gifte, muß man bei der Anwendung des sogenannten Schweinfurter, wie des Wiener- und Mineralgrüns tragen. Wenn man glühend gemachten Stahl in ein geschmolzenes, durch Kochen und Abdampfen des Wassers bereitetes Gemisch von weißem Arsenik und thierischem Fett (Hammel- und Schweinefett zu gleichen Theilen) eintaucht und in ihm ablöscht, dann nimmt der Stahl eine sehr große Härte an. Arsenik ist öfters, wenn auch nur in geringer Menge, unsrem verkäuflichen Schwefel beigemischt; man erkennt diese Beimischung auch daran, daß man den Schwefel mit Salzsäure, unter Anwendung des nöthigen Hitzgrades, verbindet, die Masse filtrirt und trocknet, dann mit Weingeist sie auszieht. Den mit der Salzsäure verbundenen Arsenik fällt der Zink aus einer wässerigen Auflösung in Gestalt dunkler Metallschuppen zu Boden, welche ihre

Natur, wenn man sie auf glühende Kohlen bringt, durch den Knoblauchgeruch, das gewöhnliche Kennzeichen ihres Metalls, verrathen. Von andern Verbindungen und Benützungen des Arseniks, in so weit sie in das Gebiet der eigentlichen Chemie gehören, werden wir in der Folge reden. Hier erwähnen wir nur noch die Anwendung jenes giftigen Metalls für weithin sichtbare Feuer-Signale, wozu man ein Gemenge von zwei Theilen rothem Schwefelarsenik, sieben Theilen Schwefelblumen und 24 Loth Salpeter anzuwenden pflegt.

Auch das Antimon oder Spießglanzmetall $6^3/_4$mal schwerer denn das Wasser, kommt nur selten in reinem, gediegenem Zustand in der Natur vor, öfters aber ist es mit Schwefel zum gemeinen Grauspießglanzerz verbunden. Auch das Spießglanzmetall zeigt beim Reiben einen eigenthümlichen, von dem Knoblauchsgeruch des Arseniks jedoch sehr verschiedenen Geruch. Während der Arsenik schon bei einer Hitze, welche noch nicht die doppelte des siedenden Wassers ist, ohne vorher zu schmelzen, sich in Dämpfe verwandelt, schmilzt das Antimon bei einer Hitze von 410 G. R., siedet und entzündet sich in der Rothglühhitze mit einer bläulichweißen Flamme, verdampft aber erst bei der Weißglühhitze. Durch Ausschmelzen des Grauspießglaserzes gewinnt man zuerst das Schwefelantimon (Antimonium crudum), aus welchem sich, wenn man zehn Pfund desselben mit sechs Pfund Hammerschlag, vier Pfund kohlensaurem Kali und ein Pfund Kohlenpulver zusammenschmilzt, sieben Pfund reines Spießglanzmetall ausscheiden, das man namentlich dazu benützt, dem Blei der Schriftgießer, mit dem man es im Verhältniß wie 1 zu 8 oder zu 16 zusammenschmilzt, die nöthige Härte zu geben. In Säuren löst sich das Antimon mit Schwierigkeit auf; mit Chlor bildet es die Spießglanzbutter, so wie als Oxyd, mit einer Weinsteinauflösung vermischt, den in der Arzneikunde viel

gebräuchlichen Brechweinstein. Das Antimonoxyd, welches, wie die meisten Verbindungen dieses Metalles, so weit sie auflöslich sind, brechenerregende Eigenschaften hat, besteht aus $64\frac{1}{2}$ Theilen reinem Spießglanzmetall und acht Theilen Sauerstoff.

Das Chrom- oder Farbstoffmetall hat diesen Namen von der Eigenschaft erhalten, welche seine Oxyde haben, den Verbindungen mit andern Grundstoffen ihre meist sehr schönen Farben zu geben. Denn ihm verdankt der Smaragd sein herrliches Grün, wie der Spinel sein feuriges, der böhmische Granat sein dunkel glühendes Roth; die Porzellan- wie die Glasmalerei besitzen an ihm eins ihrer werthvollsten Materialien. Das Chrommetall ist lichte stahlgrau, faserigen Aussehens, noch nicht sechsmal so schwer denn das Wasser, bleibt an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur unverändert, läuft aber bei starker Hitze mit einer Lilafarbe an, die sich beim Erkalten in Grün verwandelt. Mit dem Sauerstoffgas verbindet sich dasselbe im Verhältniß wie 28 zu 8. Man gewinnt das Chrom vorzugsweise aus seiner Verbindung mit dem Eisen — dem Chromeisenstein, dessen ausgewaschenes Pulver man mit $\frac{1}{3}$ seines Gewichtes Salpeter und $\frac{1}{6}$ Potasche vermischt, und bei allmählig steigender Feuerung 16 bis 18 Stunden bis zum Rothglühen erhitzt. Die abgekühlte, bräunliche Masse gibt mit Wasser übergossen das gelbe, chromsaure Kali, dieses wieder mit essig- oder salpetersaurem Bleioxyd das sogenannte Chromgelb. Mischt man unter die Auflösung des chromsauren Kali Salpetersäure, dann erhält man das (orangefarbige) sogenannte rothe chromsaure Kali, welches mit einem gleichen Gewichtstheil Salmiak und $\frac{3}{4}$ seines Gewichtes Potasche geglüht das grüne Chromoxyd gibt.

Von den übrigen Metallen der negativen Reihe ist kein anderes einer bedeutenden Benützbarkeit fähig. Das Tellur wird nur an wenigen Orten der Erde, namentlich in Siebenbürgen, in Vermischung mit dem

Gold und Silber, das Osmium unter den Gemengtheilen der Platinakörner, das Vanadium mit dem Eisen einiger Erze in Schweden, mit einem Bleierz in Mexico gefunden. Das sehr harte, überaus schwer schmelzbare Tantalmetall ist ein Hauptgemengtheil des Tantalits aus Bodenmais; das ebenfalls sehr harte Titan kommt im Rutil und in mehreren andern zu seinem Geschlecht gehörigen Erzformen vor, so wie in den zusammengeschmolzenen Eisenmassen der Vulkane und in manchen Eisenschlacken unsrer Hochöfen. Das Molybdän, welches im gewöhnlichen Wasserblei mit Schwefel verbunden ist, wiegt mehr denn 8½mal so schwer als Wasser. Mit dem Sauerstoff im Verhältniß wie 48 zu 8 verbunden, wird es zum Oxyd, bei der Aufnahme eines größern Mischungsgewichtes von Sauerstoffgas zur Säure, mit welcher das molybdänsaure Kali dargestellt wird, aus dessen Auflösung durch salzsaures Zinnoxydul ein blauer Niederschlag (Richters blauer Karmin) sich abscheidet. Das Scheel- oder Wolframmetall zeichnet sich durch seine große Schwere so wie durch die Eigenschaft aus, in der Glühhitze gleich Zunder zu verbrennen. Sein Oxyd, mit Natron verschmolzen, gibt eine dem Golde ähnlich sehende, haltbare Composition.

46. Die Metalle der positiven Reihe.

Auch in dieser Reihe der Metalle, welche sich mit ihren Oxyden zu den Metallen der vorhergehend beschriebenen Reihe eben so verhält wie die Alkalien und Erden zu den Säuren, gibt es zwar einige Arten, welche sowohl wegen der großen Seltenheit ihres Vorkommens, als auch wegen der Beziehungslosigkeit ihrer Eigenschaften auf die Geschäfte und Bedürfnisse des Menschen, nur einer schnell vorübergehenden Erwähnung bedürfen, dagegen sind die andern der genaueren Beschreibung desto würdiger. Unter die ersteren gehören namentlich das Ceriummetall, das nur in Königswasser

auflöslich ist, bei einem hohen Hitzgrad aber in Dampfform übergeht, und dessen salzartige Verbindungen einen süßlichen Geschmack haben. Mit ihm verbunden, in einigen seltenen (nordischen) Fossilien, entdeckte man in neuerer Zeit einen andern metallischen Grundstoff: das Lanthan. Zu diesen vereinzelten Naturerscheinungen gehört denn auch, das in der nämlichen Familie der Steinarten entdeckte Didymmetall, während das Palladium, Rhodium, Iridium, unter denen das zuletzt genannte 23mal schwerer als Wasser ist, während die beiden ersteren nur die Hälfte dieses Gewichtes erreichen, meist nur als beigemengte, an Masse unbedeutende Begleiter des Platinametalles vorkommen. Selbst das Uranmetall, so schönfarbig einige seiner Erze sind, und so brauchbar sein Oxyd zu gelben Farben in der Porzellanmalerei sich erweist, nimmt, wegen seiner großen Seltenheit, nur eine unbedeutende Stelle unter den benützbaren Metallen ein.

An den Metallen der positiven Reihe finden wir alle wesentlichen Züge des metallischen Charakters am vollkommensten ausgebildet: Glanz, Schwere, Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit. Mehrere derselben sind in ihrer vielfachen Anwendung für das Leben und die Beschäftigungen des Menschen auf Erden so wichtig geworden, daß derselbe, ohne sie, nur schwerlich, in seinem jetzigen Verhältniß zur Außenwelt, bestehen könnte. Diese, in vielfacher Hinsicht wichtigen, werthvollen Grundstoffe wollen wir hier einzeln betrachten.

47. Das Mangan oder Graubraunsteinerz.

Man findet dieses Metall nur in seiner Verbindung mit dem Sauerstoffgas in unsern erzführenden Gebirgsspalten (Gängen) und Lagern, denn es hat einen so starken Zug nach der Vereinigung mit dem Sauerstoff, daß es hierin den metallähnlichen Grundlagen der Laugensalze gleich kommt, und so wie diese, weil es im Wasser so leicht sich oxydirt, in Steinöl aufbewahrt

werden muß, wenn man es für einige Zeit in reinem Zustand erhalten will. Dennoch unterscheidet es sich von jenen Scheinmetallen schon durch seine wahrhaft metallische Schwere, welche mehr denn achtmal das Gewicht des Wassers übertrifft. Das Manganerz oder der Graubraunstein ist für die Scheidekünstler eine wahrhafte und unerschöpfliche Vorrathskammer des Sauerstoffgases, weil sein Metall sich mit diesem Lebenselement nicht bloß reichlich zu sättigen, sondern zu überfüllen vermag. Denn schon im Zustand des gewöhnlichen Orydes oder Metallkalkes nehmen $28\frac{1}{2}$ Gewichtstheile Mangan acht Theile Sauerstoff auf, im Graubraunsteinerz aber sind 16 (zwei mal acht) Theile des Sauerstoffgases mit dem Metall vereint, und diesen Ueberschuß über das gewöhnliche Maaß der Sättigung läßt sich das Metall durch die Hitze und durch die Schwefelsäure entziehen. Wenn man deshalb $44\frac{1}{2}$ Pfund Graubraunsteinerz mit 49 Pfund Schwefelsäure erhitzt, dann werden acht Pfund Sauerstoffgas eine verhältnißmäßig ungeheure Masse, ihrer räumlichen Ausdehnung nach) frei, und, nach S. 32. namentlich zur Bereitung des Chlors, für den Chemiker und Gewerbsmann benützbar. In einer seiner gewöhnlichsten Formen als staubartig lockeres Graubraunsteinerz (Wad) wird das Mangan unmittelbar zur Bereitung einer bräunlich schwarzen Oelfarbe, mittelbar aber durch Zusammenschmelzen mit Glasflüssen, dazu benutzt, diesen eine amethystartige (violblaue) Färbung zu ertheilen. Aber auch in ganz andrer Absicht setzt man dasselbe (in einem angemessenen Gewichtsverhältniß) den Glasflüssen bei, um dem Glas seine grünliche Färbung zu benehmen, dasselbe hell und klar zu machen. Denn es geschieht hier dasselbe, was wir schon bei anderer Gelegenheit, namentlich bei Beschreibung des übersauren kohlensauren Kalkes erwähnten: das farbige (grünliche) Eisenoxydul wird dadurch, daß es sich mit einem höheren

Mischungsgewichtstheil des Sauerstoffgases vereint, farblos und hell.

48. Das Eisen.

Ueber den vielfachen Nutzen so wie über die merkwürdigen Eigenschaften dieses allgemein bekannten, nützlichen Metalles schon allein könnte man ein ganzes Buch, ja mehrere Bücher schreiben; hier erwähnen wir nur Das, was zunächst auf sein chemisches Verhalten sich bezieht.

Das Eisen wird nur sehr selten in der Natur in metallisch reinem, gediegenem Zustand gefunden; und wo dies etwa der Fall ist, da läßt es sich meist wie ein Fremdling betrachten, welcher von fernher eingewandert ist in die irdische Körperwelt, denn fast immer stammt das gediegene Eisen von Meteorsteinen her, die aus einer unbekannten Region des Weltraumes herab zu unsrer Erde gekommen sind. Und dennoch läßt sich kein anderes Metall in solchem Maaße als der Erde eigenthümlich und ganz besonders angehörig betrachten als das Eisen, denn dieses findet sich, zwar nicht gediegen, wohl aber in seinen vielfachen Verbindungen mit Sauerstoff, mit Schwefel, mit Phosphor und mancherlei andern Grundstoffen in allen Gebirgsarten, in allen Ländern der Erde, und zwar in so ungeheuren Massen wie kein anderes Metall. Auch in der organischen Körperwelt, selbst im Blute des Menschen, gibt es Eisen; dieses ist der gewöhnliche Farbestoff der bunten Steine, der öfters vorkommende Gemengtheil unsrer Gesundbrunnen und vielen Quellen. Eben deßhalb weil das Eisen in alle Naturverhältnisse der irdischen Körperwelt so eingeflochten ist, sehen wir es so leicht und so oft mit den beiden Hauptelementen der Erde, dem Wasser und dem Sauerstoff, in einen Wechselverkehr und in Verbindung treten. So bald es mit feuchter Luft oder mit Wasser, darin eine Säure ist, in Berührung kommt, fängt es an sich zu oxydiren oder, wie man im gemei-

nen Leben sagt, zu rosten. Weder das vollkommen trockene Sauerstoffgas noch ganz reines Wasser, wenn keine Luft dazu kann, bewirken eine Oxydation des Eisens; wenn man dasselbe daher vor dem Rosten bewahren will, muß man es von Körpern umgeben, welche entweder die Feuchtigkeit einsaugen, oder den Zutritt des Sauerstoffgases abhalten. Daher pflegt man Eisen, das in die Erde kommen soll, dadurch gegen den Rost zu schützen, daß man es warm mit einem heißen Gemisch aus drei Theilen Steinkohlentheer und einem Theil Kalkpulver überzieht, oder daß man es rothglühend macht, und so zuerst ins Wasser, dann, noch heiß, in Leinöl taucht, welches dann einen Firniß über das Metall bildet. Ja selbst gegen saure Dämpfe kann man das Eisen unverletzbar machen, wenn man es warm mit einer Auflösung von ein Loth Asphalt, ein Loth Graphit, ein Loth schwefelsaurem Blei in vier Loth Steinkohlenöl anstreicht.

Das Eisen verbindet sich mit dem Sauerstoffgas zunächst im Verhältniß wie 27 zu 8 zum Eisenoxydul, welches mithin gegen andere Verbindungen der Grundstoffe die Mischungszahl 35 hat. Das Eisenoxydul ist von schwarzer Farbe; diese verändert sich aber an der Luft sehr bald in eine bräunlichgelbe, welche durch die Hitze in die rothe (wie bei dem zu Ziegeln gebrannten Lehm oder beim Kochen der Krebse) sich verwandelt. Die Ursache dieser Verwandlung liegt darin, daß das Eisenoxydul noch eine größere Menge des Sauerstoffgases aufnimmt, und hierdurch zu einem Oxyd wird, welches aus zwei Mischungsgewichten oder zweimal 35 Theilen Eisenoxydul und acht Theilen Sauerstoffgas besteht, dessen Gesammtzahl im Verhältniß zu andern Elementen mithin 78 ist. In der Natur kommt nicht selten eine Verbindung vor, welche aus einem Mischungsgewicht Eisenoxyd, und einem Mischungsgewicht Eisenoxydul besteht, so daß jenes mit diesem im Verhältniß wie 78 zu 35 (den Prozenten nach wie 69 zu 31)

vereint ist. Diese Verbindung ist unter dem Namen des Magneteisensteins bekannt, denn sie nimmt, wie wir im 11. Cap. dieses Hauptabschnittes erwähnten, unter günstigen Verhältnissen die Eigenschaft an, Eisen anzuziehen, und magnetisch-polarisch zu werden, welche Eigenschaft bei dem Eisenoxyd, das in den Gebirgslagen der Erde als Eisenglanz wie als Rotheisenstein vorkommt, nicht gefunden wird.

Von den so leicht zu bereitenden Eisenoxyden hat der Mensch eine sehr manchfache Anwendung gemacht. Wenn man dem gebrannten Kalk, indem man ihn im Wasser ablöscht, das Doppelte seines Gewichtes an Kieselsand, das Fünffache an Eisenfeilspänen zusetzt, dann entsteht daraus, indem das Eisen rostet, ein ganz besonders dauerhafter Mörtel. Mit verdünnter Schwefelsäure verbunden bildet das Eisenoxydul den grünen Eisenvitriol, der aus 35 Gewichtstheilen Eisenoxydul, 40 Schwefelsäure und 63 (siebenmal neun) Theilen Wasser besteht. Alle Laugensalze und die ihnen ähnlichen Erden scheiden das Eisenoxydul aus dem Eisenvitriol ab, wobei jenes in rothes oder gelbfarbiges Oxyd sich verwandelt. Wenn man deshalb Eisenvitriol unter Kalkbrei mischt, erhält man einen sehr dauerhaften Anstrich für Wände, dem man durch Zusatz von Kienruß eine grünliche Farbe ertheilen kann. Ein Kalkmörtel, welchem man Eisenvitriol beimischte, ist selbst zu Wasserbauten sehr brauchbar. Vorzugsweise wird jedoch das in verschiedener Weise aus dem Eisenvitriol gewonnene Eisenoxyd als rother Farbstoff (Ocker, Englischroth u. s. w.) benützt. Mit der Gerbsäure, welche in den Galläpfeln enthalten ist, bildet das Eisenoxyd ein schwarzfarbiges Gemisch, welches, im Wasser aufgelöst, unsere gewöhnliche Tinte ist. Man verschafft sich die Gerbsäure am besten und leichtesten dadurch, daß man Galläpfelpulver mit Schwefeläther durch Umschütteln vermischt, und dann die klare, ätherische Flüssigkeit abdampft. Wenn man diese getrocknete Gerbsäure in

Essig auflöst, und in diese Auflösung solche Blätter alter Handschriften eintaucht, an denen die Tinte durch das Verfliegen des Gerbstoffes zu einem gelblichen, bleichen Schimmer verblichen ist, dann verbindet sich die neu hinzukommende Gerbsäure mit dem zurückgebliebenen Eisenoxyd, und die Buchstaben werden wieder schwarz und lesbar.

Das Eisen verbindet sich mit Salzsäure in dem Verhältniß der Gewichtstheile wie 27 zu 36. Dieses Einfach-Chloreisen gibt eine grünliche Auflösung. Wenn man zu dieser Verbindung von neuem Salzsäure hinzusetzt, die Mischung zum Kochen erhitzt, und dann etwas Salpetersäure hinzuträufelt, da wird diese zersetzt, indem sich ihr Sauerstoff mit dem Wasserstoff der Salzsäure vereint, und nun so viel Chlor frei wird, daß noch ein halbes Mischungsgewicht desselben (18 Th.) an das Einfach-Chloreisen übergeht, wodurch dies zum Anderthalb Chloreisen wird, in welchem 27 Th. Eisen mit 54 Th. Chlor vereint sind.

Mit dem Kohlenstoff geht das Eisen mehrere Verbindungen ein. Wenn man ein gewöhnliches, geschmeidiges Eisen mit etwa dem 50sten Theil seines Gewichtes (50 Pfund mit 1 Pfund) Kohlenpulver unter einer Decke von Glaspulver einem sehr starken Hitzgrad aussetzt, dann verwandelt sich das Eisen in Stahl, der sich nicht mehr so wie der Eisendrath in einer gleichsam wachsartigen Weise biegen läßt, sondern eine bedeutende Federkraft (Elastizität) hat, so daß er, wie uns dieß jede Uhrfeder zeigt, wenn man ihn biegt, immer wieder in die gerade Richtung zurückschnellt. Man pflegt den Stahl durch senkrechtes Eintauchen in Wasser, darunter etwas Eiweiß gemischt ist, oder bei scharfschneidenden Instrumenten durch Abkühlen mittelst eines schnellen, kalten Luftstromes, zu härten. Aber auch der ungehärtete Stahl wird dadurch zur Anwendung für Kettenbrücken und andern ähnlichen Gebrauch überaus nützlich, daß er einen fast doppelt so festen, starken Zusam-

menhalt seiner einzelnen Theile hat als das gemeine Eisen.

Wenn man das Eisen mit einer größern Menge von Kohlen, und eine längere Zeit hindurch dem Glühen aussetzt, als zur Bereitung des Stahles nöthig ist, dann entsteht daraus das Gußeisen, welches leichter schmilzt und viel spröder ist als der Stahl, auch sich nicht zu Drath verarbeiten läßt. Gemeines weiches Eisen mit Gußeisen zu gleichen Theilen zusammengeschmolzen und langsam abgekühlt, gibt das damascirte Eisen, in welchem ein Theil der überschüssigen Kohle des Gußeisens mit dem weichen Eisen sich zu Stahl vereint, während das übrige Gußeisen streifenweise abwechselnd zwischen den Stahl sich gesetzt hat. In ähnlicher Weise gibt man feinen Arbeiten aus weichem Eisendrath eine Stahlhärte, indem man sie mit den Drehspänen von Gußeisen glüht. Man kann aber auch dem Stahl seinen Kohlenstoff, und mit ihm zugleich die Härte entziehen und wiedergeben, wenn man ihn mit Feilspänen von weichem Eisen, dann wieder mit Kohle oder stark kohlenstoffhaltigem Gußeisen glüht. Ein kleiner Beisatz von Chrom, Nickel, Kupfer, Silber, Gold und Platin gibt dem Stahl eine ganz besondere Härte. In dem Spatheisenstein ist das Eisenoxydul mit Kohlensäure verbunden.

Mit dem Schwefel verbindet sich das weiche Eisen so wie der Stahl in der Glühhitze sehr leicht; schwieriger das Gußeisen wegen seines stärkern Kohlengehaltes. Das Normalverhältniß der Mischungsgewichte zwischen Eisen und Schwefel ist wie 27 zu 16; in dem gewöhnlichen Schwefeleisen oder Schwefelkies sind jedoch zwei Mischungsgewichte des Schwefels mit einem des Eisens (2mal 16 mit 27) vereint. Von noch andern Verbindungen des Eisens mit verschiedenen Grundstoffen und Säuren werden wir später sprechen.

49. Das Nickelmetall.

Dieses Metall, welches in vielen seiner Eigenschaften, sich den edlen Metallen nähert, hat mit dem Eisen die Eigenschaft gemein, magnetisch zu werden. Sein Eigengewicht ist $8^4/_5$mal größer als das des Wassers; es verbindet sich mit dem Sauerstoffgas im Verhältniß wie $29^1/_2$ zu 8. Eine Verbindung des Nickeloxyds mit Wasser, das Nickel-Oxyd-Hydrat, gibt dem Chrysopras seine schöne grüne Farbe. Das Nickelmetall wird auch mit dem gediegenen Eisen vereint in den Meteorsteinen gefunden. Mit dem Schwefel ist dasselbe im sogenannten Haarkies im Verhältniß wie $29^1/_2$ zu 16, mit dem Arsenik im Kupfernickel so wie in einigen Kobalterzen im Verhältniß von $29^1/_2$ zu $37^3/_5$ verbunden. Vornämlich aus diesen Arsenikverbindungen scheidet man das fast silberweiße, kaum merklich ins Röthliche spielende, vollkommen streck- und dehnbare, an der Luft unveränderliche Nickelmetall aus, das im Verhältniß von 3 zu 16 mit Kupfer und ein wenig Eisen und Spießglanz zusammengeschmolzen das Suhler Weißkupfer; im Verhältniß von 1 zu 3 mit Kupfer geschmolzen und dann noch mit ein Theil Zink versetzt das Neusilber oder Argentan gibt. Auch das kostbare Packfong der Chinesen besteht aus Nickel, Kupfer, Zinn und Zink.

50. Das Kobaltmetall.

Dieses Metall oder vielmehr sein Oxyd ist schon von den Alten zur Bereitung blauer Glasflüsse benutzt worden. Im reinen Zustand ist es von grauer, etwas ins Rothe spielender Farbe, $8^1/_2$mal schwerer als das Wasser; es verbindet sich, fast wie der Nickel, im Verhältniß von $29^4/_9$ zu 8 mit dem Sauerstoffgas. In der Natur kommt es mit Schwefel und mit Arsenik vererzt, auch sein Oxyd mit Arseniksäure verbunden vor. Man gewinnt aus der Auflösung des Kobaltoxyds in

geschmolzenem Glas die unter dem Namen der Schmalte bekannte blaue Substanz, so wie mehrere blaue Farbstoffe, darunter einige der kostbarsten die Stelle des Ultramarin ersetzen können.

51. Zink und Kadmium.

Das Zinkmetall, dessen wir schon im 17. Capitel öfters erwähnten, weil dasselbe durch sein elektrisch polarisches Verhältniß zu andern Metallen seiner Reihe in der Geschichte des Galvanismus eine hohe Wichtigkeit erlangt hat, ist nicht viel über siebenmal schwerer als das Wasser, hat eine bläulichweiße Farbe und strahliges Gefüge. Bei einer Wärme von 90 bis 150 Grad R. wird es so geschmeidig, daß es sich walzen und zu Drathe ziehen läßt; bei 205 Graden wird es so spröde, daß man es zu Pulver stoßen kann. Bei 280 Gr. schmilzt es; in noch ferner anhaltender Hitze verflüchtigt es sich in verschlossenen Gefäßen, oder, wenn die Luft zureten kann, dann verbrennt es mit heller bläulichweißer Flamme. Hierbei verbindet es sich im Verhältniß von $32^1/_4$ zu 8 mit dem Sauerstoffgas zum leichten, zarten Oxyd, das unter dem Namen der Zinkblüthe bekannt ist. Uebrigens oxydirt sich der Zink überaus leicht, schon bei gewöhnlicher Temperatur an feuchter Luft, noch mehr im Wasser, welchem Säuren beigemischt sind. Hierbei, wie wir im 30. Capitel sahen, zersetzt es das Wasser, dessen Wasserstoffgas frei entbunden wird. Mit dem Schwefel verbindet sich der Zink im Verhältniß wie $32^1/_2$ zu 16; mit der Schwefelsäure, weil diese nach C. 33 zwar als trockene (wasserfreie) Säure nur das Mischungsgewicht von 40, in Verbindung aber mit 1 Mischungsgewicht Wasser 49 bekommt, im Verhältniß von $32^1/_4$ zu 49. Aber der Zink kann sich nicht im reinen metallischen Zustand mit der Säure vereinen, er muß zuerst durch den Sauerstoff des Wassers sich oxydiren, indem er von diesem 8 Gewichtstheile auf $32^1/_2$ aufnimmt; so daß die Gesammtzahl für den

schwefelsauren Zink oder Zinkvitriol sich auf 89½ (32½ und 8 und 49) herausstellt.

Der Zink hat einen stärkeren Zug zur Verbindung mit den Säuren, als die meisten andern Metalle der positiven Reihe; und da verhältnißmäßig eine viel geringere Menge desselben hinreicht, um die Säure zu sättigen, scheidet er, wenn man 32½ Gewichtstheile desselben anwendet, 59 Theile Zinn, 108 Theile Silber aus.

Wie bereits erwähnt, rostet der Zink, so wie das Eisen, an freier Luft; während sich aber bei diesem der Rost abblättert, bleibt er beim Zink fest mit der Oberfläche verbunden, und wird hierdurch ein Verwahrungsmittel gegen das tiefere Umsichgreifen des Rostes. Der Zink besitzt durch seine hohe positive Spannung und durch die hiermit in Beziehung stehende kräftige Anziehung gegen Säuren, das Vermögen, andre Metalle vor der auflösenden oder zersetzenden Einwirkung der Säuren zu schützen, so bald er mit jenen Metallen unmittelbar in Berührung kommt. Wenn man deshalb kleine Stangen oder Scheiben von Blei, Zinn, Kupfer, Silber mit einer Zinkstange zugleich in Salpetersäure oder irgend eine andere Säure legt, so daß jene, sei es auch nur mit ihrem äußersten Saum den Zink berühren, dann bleiben alle die andern Metalle unangegriffen; die Säure wirft sich allein auf den Zink, und erst wenn dieser ganz aufgelöst und noch freie Säure vorhanden ist, greift diese ein anderes Metall an. Gold und Platina lösen sich nicht in Königswasser auf, wenn sie mit Zink in Berührung stehen. Dieses Ableitungsvermögen des Zinks gegen Säuren hat man benützt, um Stahl, Zinn, Kupfer, Messing vor dem Rosten und Anlaufen an der feuchten Luft zu bewahren. Zu diesem Zweck reicht es bei Rasirmessern hin, wenn der Griff derselben oder das Gehäuse, darein man sie legt, mit Zink beschlagen, bei dem Messing astronomischer Instrumente, wenn an irgend einer Stelle ein wenig Zink an dasselbe angelöthet

ist. Ja der kupferne Beschlag von Schiffen bleibt für immer vor dem zersetzenden Einfluß der Luft und des Seewassers gesichert, wenn man an manchen Stellen Zink mit demselben in Berührung und Verbindung bringt, den man immer sogleich mit neuem ersetzt, wenn er durch den Rost zerstört ist. Anders dagegen verhält es sich, wenn man Zink, mit welchem andere Metalle vermengt waren, in der Schmelzhitze mit Schwefel mischt, denn dieser verbindet sich dann vorzugsweise und großentheils mit jenen andern Metallen. Den in der Natur vorkommenden Schwefelzink oder die Blende benützt man dazu, um aus ihm durch Rösten (starke Erhitzung) wobei der Schwefel zur Säure, der Zink zum Oxyd wird, den Zinkvitriol zu bereiten. Hinwiederum gewinnt man aus dem Zinkvitriol, indem man seiner Auflösung kohlensaures Kali oder Natron züsetzt, als Niederschlag das zarte weiße Zinkoxyd, durch dessen Zusatz man einigen Farben, z. B. dem Berlinerblau, lichtere Abstufungen gibt. Mittelst einer Auflösung in Salzsäure verbindet sich der Zink mit Chlor, im Verhältniß wie $32^1/_2$ zu 36. Der Chlorzink, wie andere ähnliche Verbindungen des Zinks, und das Zinkoxyd schon für sich allein, haben giftige Wirkung.

Das Kadmium findet sich mit dem Zink öfters in den Erzen von diesem verbunden; und da es in der Hitze viel leichter und früher sich verflüchtigt als der Zink, geht es bei der Destillation von diesem in den Zinkhütten mit zuerst in die Vorlagen über. Es ist zinnweiß, starkglänzend, weich, biegsam und dehnbar, wiegt zwischen acht nnd neunmal schwerer denn Wasser, entzündet sich bei einem starken Hitzgrad, und verbindet sich dann im Verhältniß von $55^2/_3$ seines Gewichts mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff zum Oxyd. Von dem Zink unterscheidet sich das Kadmium vornämlich dadurch, daß seine Auflösungen in Säuren durch Schwefelwasserstoff, nicht wie jene einen weißen, sondern einen orangefarben Niederschlag bilden, welcher Schwefelkadmium

ist. Nachdem man aus diesem durch Auflösung in Säuren das Chlorkadmium gewonnen, gelingt es ohne Schwierigkeit, das reine Kadmiummetall aus der wässerigen Auflösung seiner Chlorverbindung auszuscheiden, sobald man reines Zinkmetall hinzusetzt, von welchem das Chlor alsbald aufgenommen und angezogen wird.

52. Zinn, Blei und Wismuth.

Das Zinn, in seinem reinen Zustand ein schönes, fast silberweißes, starkglänzendes Metall, zeichnet sich für den Gebrauch, den der Mensch so häufig von ihm macht, durch mehrere sehr empfehlende Eigenschaften aus. Seine Oxyde gehören, rücksichtlich ihrer Wirkung auf den menschlichen Körper, zu den harmlosesten und unschädlichsten unter allen Metallkalken; es ist so geschmeidig und weich, daß es sich zu ganz dünnen Blättchen (als Stanniol) walzen (nicht aber zu feinem Drathe ziehen) läßt; schmilzt schon bei 184 Graden R., siedet erst bei der Weißglühhitze; ist, im Vergleich mit andern Metallen, sehr luftbeständig, so daß es nicht so leicht wie Blei oder Zink mit einem grauen Beschlag sich überzieht. Sein Gewicht ist kaum $7^1/_3$mal größer als das des Wassers; bei einem sehr starken Hitzgrad verbrennt es mit weißlicher Flamme und bildet das Zinnoxyd. Das Zinn kann sich in zweifachem Verhältniß der Mischungsgewichte mit dem Sauerstoffgas verbinden; im einfachen zum Oxydul, im doppelten des Sauerstoffs zum Oxyd. Im ersteren sind (fast) 59 Theile des Metalles mit 8, im zweiten mit 16 Theilen Sauerstoff verbunden. Künstlich stellt man das Oxydul durch die Auflösung des Zinns in kalter, das Oxyd durch Auflösung desselben in heißer verdünnter Salpetersäure dar. Als Oxyd kommt übrigens das Zinn auch in sehr großen Massen in der Natur vor, und in seiner schönen, krystallinischen Gestalt ist dieses Oxyd als Zinnstein oder Zinngraupen bekannt, daraus man das Zinn, nachdem man das Erz durch Rösten leichter zertheilbar ge-

macht, und den öfters mit ihm verbundenen Arsenik verflüchtigt hat, mittelst der Kohlen in der Schmelzhitze gewinnt, indem dabei sein Sauerstoffgas an den Kohlenstoff übergeht.

Auch mit dem Chlor verbindet sich, durch Auflösung in Salzsäure, das Zinn zuerst in dem einfachen Verhältniß von 59 zu 36, und wenn man diese Auflösung längere Zeit in Berührung mit der Luft erhält, oder Chlordämpfe in sie hinein gehen läßt, im Verhältniß wie 59 zu zweimal 36. Die erstere Verbindung ist das Einfach-, die zweite das Zweifach-Chlorzinn und diese letztere entsteht auch, wenn man dünne Zinnblättchen (Stanniol) in Chlorgas hineinbringt, wo sie mit rother Flamme verbrennen und zu einer farblosen, dünnen Flüssigkeit werden. Vorzüglich der ersteren Verbindung bedient man sich beim Scharlachfärben. Im Gewichtsverhältniß von zehn zu eins wird das Zinn mit Spießglanz zu einer Composition zusammengeschmolzen, welche von silberweißer Farbe, größerer Härte als das reine Zinn, weniger angreifbar von Salzsäure und an der Luft sehr beständig ist, weshalb dieselbe zu Knöpfen, Leuchtern und Bechern verarbeitet wird. Zum Verzinnen von kupfernen Gefäßen wird am meisten ein Gemisch aus 1 Theil Eisenfeile und 8 Theilen Zinn empfohlen, das man unter einer Bedeckung von Glaspulver zusammenschmilzt. Von den Verbindungen mit andern Metallen reden wir nachher.

Das Blei hat ein bedeutendes Eigengewicht, welches das des Wassers $11^1/_3$mal übertrifft. Es vereint sich in der Weißglühhitze, worin es zum Dampf wird, im Verhältniß von fast 104 zu 8 mit dem Sauerstoff, zu jenem Oxyd, das unter dem Namen der gelben Bleiglätte bekannt ist, und welches sich auch durch Auflösung des Bleis in Salpetersäure darstellen läßt. Die Glätte läßt sich mit den Erden zu Glasuren und Glasflüssen zusammenschmelzen und bildet mit den Säuren verschiedene Salze. Wenn man dieses gelbe Blei-

oxyd beim Zutritt der Luft bis zum Dunkelrothglühen erhitzt, dann entsteht daraus eine scharlachrothe Verbindung: die Mennige, in welcher 104 Theile des Metalles mit dem doppelten Mischungsgewicht (zweimal acht Theilen) des Sauerstoffes verbunden sind.

Das Blei kann sich schon im Wasser zum Oxyd umwandeln, welches sich in weißen Flocken (als Bleioxyd mit einem Mischungstheil Wasser) darstellt, und durch Trocknen und Erhitzen in gelbes Bleioxyd übergeht. Hierbei ist jedoch bemerkenswerth, daß nur ganz reines, destillirtes Wasser, nicht das Brunnen- und Flußwasser, in welchem fast immer salzige Theile aufgelöst sind, diese Wirkung hat, daher bleierne Röhren ohne Nachtheil für die Gesundheit angewendet werden können. Mit der Kohlensäure bildet das Blei das kohlensaure Bleioxyd, welches unter dem Namen des Bleiweiß bekannt und in vielfachem Gebrauch ist. Bleioxyd mit Essigsäure verbunden gibt den in der Färberei und Kattundruckerei anwendbaren Bleizucker. Mit dem Schwefel vereint sich das Blei im Verhältniß von 104 zu 16, zum Schwefelblei, welches in der Natur häufig als Bleiglanz vorkommt. Durch Erhitzen mit Eisen wird dem Blei der Schwefel entzogen, und jenes fließt nun in reinem Zustand aus dem Erz heraus. Mit der Schwefelsäure bildet das Blei, nachdem es sich oxydirt hat, das schwefelsaure Bleioxyd, welches wegen seiner Unauflöslichkeit in sauren und fetten Speisen zur Bereitung einer sehr haltbaren, unschädlichen Glasur zu empfehlen ist. Das salzsaure oder Chlorblei, mit Bleioxyd verbunden, gibt das Casseler Gelb. Da das Blei erst bei einer Hitze von 267 Grad Reaumur, das Zinn schon bei 184 Gr. schmilzt, kann man bleierne Platten und Gefäße verzinnen. Arsenik (etwa zu fünf Prozent) unter Blei geschmolzen, gibt diesem eine größere Härte und leichtere Theilbarkeit beim Gießen ins Wasser, man benutzt deshalb diese Verbindung zur Bereitung der Schrote.

Das Wismuthmetall findet sich ungleich seltener als Zinn und Blei. Seine zinnweiße Farbe spielt ein wenig ins Röthliche, es wiegt fast zehnmal schwerer denn Wasser, schmilzt bei 205 Gr. R.; verbindet sich im Verhältniß von fast 71 zu 8 mit dem Sauerstoffgas, zu einem schneeweißen Oxyd, das unter dem Namen des Spanisch-Weiß in Handel kommt. Wenn man Wismuth und Blei im Verhältniß von 71 zu 104 zusammenschmilzt, dann erhält man eine Composition, die erst bei 130 Gr. R. flüssig wird, während eine andere aus 71 Theilen Wismuth und 59 Loth Zinn schon bei 108 Gr. und eine noch andere aus 2mal 71 oder 142 Theilen Wismuth, 104 Theilen Blei und 59 Theilen Zinn schon bei 79 Gr., mithin bei einer noch geringern Wärme schmilzt als die der Siedhitze des Wassers ist. Dies ist das Schnellloth der Klempner, während die etwas schwerer schmelzbaren Gemische zu den Sicherheitsventilen der Dampfkessel zu empfehlen sind. Zur Verzinnung der Eisenwaaren bedient man sich in England öfters einer Mischung des Zinns mit etwas Wismuth.

53. Das Kupfer.

Das Kupfer, welches auf so vielfachen Wegen und Weisen der Befriedigung des menschlichen Hausbedarfes entgegen kommt, gehört unter die schwerer schmelzbaren Metalle, indem es, um im Feuer flüssig zu werden, eines Hitzgrades bedarf, welcher dem Schmelzpunkt des Gußeisens nahe kommt. Bei einem noch höhern Grad der Hitze siedet es und fängt an zu verspritzen (in Dampf überzugehen). Das häufige Vorkommen dieses nutzbaren Metalles in gediegenem Zustand hat dem Menschen die Mühe des Ausschmelzens öfters ganz erspart, und die geringe Härte, die große Dehn- und Streckbarkeit desselben ihm die Benutzung erleichtert. Alle Verbindungen des Kupfers mit Säuren sind Gifte, gegen deren Schädlichkeit eine möglichst

starke

starke Auflösung von Zucker ein empfehlenswerthes Gegenmittel ist.

Das Kupfer verbindet sich im Verhältniß wie 32 zu 8 mit dem Sauerstoffgas zu jenem vollkommenen Oxyd, das beim starken Erhitzen dieses Metalles und bei seinem, wenn auch nicht als Flamme sichtbaren Verbrennen gebildet wird. Der sogenannte Kupferhammerschlag ist ein solches Oxyd, das auch durch Auflösung des reinen Metalles in Salpetersäure erzeugt werden kann. Wenn man ein solches Oxyd in verschlossenem Tiegel mit reinem, gepulverten Pulver einer schwachen Glühhitze aussetzt, dann wird jenem ein Theil seines Sauerstoffgehaltes entzogen, der an das metallische Kupfer übergeht, und wenn dieses im Verhältniß wie 32 zu 40 zu dem Versuch angewendet wurde, entsteht eine gleichmäßige Vertheilung des Sauerstoffes an die ganze Masse; es erzeugt sich ein Oxydul, in welchem 2mal 32 Gewichtstheile Kupfer mit 8 Theilen Sauerstoff verbunden sind. Dieses Oxydul wird in der Natur nicht selten gefunden; es ist unter dem Namen des Rothkupfererzes bekannt, das mit und neben den Massen des gediegenen Kupfers vorkommt. Man kann dasselbe ein Halbkupferoxyd, im Vergleich mit dem eigentlichen vollkommenen Oxyd, nennen. Das letztere nur ist es, das, mit der Schwefelsäure im Verhältniß wie 40 zu 40 und noch mit 5 Mischungstheilen oder 45 Gewichtstheilen Wasser verbunden, den bekannten blauen Kupfervitriol bildet. Zink so wie Eisen scheiden, wenn man sie in eine Auflösung von Kupfervitriol bringt, das Kupfer in reinem, metallischem Zustand, als rothes Pulver, ab, während sie selber in der Säure sich auflösen. Wurde das Eisen nur auf kurze Zeit in eine solche Auflösung getaucht, so daß es sich nicht vollkommen auflösen konnte, dann bildet sich ein Ueberzug von gediegenem Kupfer über dasselbe, der sich bei länger anhaltender Auflösung allmählig an die Stelle des verzehrten Eisens setzt, dessen Form und Umriß es beibe-

hält. Dies ist das Cämentkupfer, das zu der Sage einer Verwandlung des Eisens in Kupfer Veranlassung gegeben hat. Der Kupfervitriol wird vielfach zu Färbereien benutzt. Dasselbe gilt von den grünfarbigen Auflösungen des Kupfers in Salzsäure, von den Chlorkupferverbindungen, davon auch die eine aus zwei Mischungsgewichten oder 64 Theilen Kupfer und aus einem Mischungsgewicht oder 36 Theilen Chlor besteht, die andere aber in vollen Einheitssummen der Mischungsgewichte in dem Verhältniß wie 32 zu 36 zusammengesetzt ist. Mit Essigsäure bildet das Kupfer den Grünspan, der sich überhaupt bei dem Zusammenwirken der meisten Salze, so wie auch des Oels, mit dem Kupfer erzeugt. Gegen diese schädliche Verwandlung des Metalls in sein giftiges kohlensaures Oxyd wirkt, wie bereits erwähnt, der Zink, und nächst ihm auch das Zinn, in Berührung mit dem Kupfer als gutes Abwehrmittel. Mit Zink zusammengeschmolzen bildet das Kupfer den Messing. Man pflegt zu diesem Zweck das Kupfer unter einer Decke von Salz zu schmelzen, und stößt dann den Zink, um sein Verbrennen zu vermeiden, in die geschmolzene Masse hinein. Man nimmt gewöhnlich einen Theil Zink auf drei Theile Kupfer. Selbst die Dämpfe des Zinks durchdringen das Kupfer, und färben dieses messinggelb, ohne seine Form zu verändern. Mit Zinn verbunden, gibt das Kupfer eine schon von den ältern Völkern vielfach benützte Composition, welche unter dem Namen der Bronze bekannt ist; neun Pfund Kupfer mit einem Pfund Zinn geben das Kanonenmetall, welches leichtflüssiger ist als der Messing, streckbarer als dieser und leicht sich drehen und feilen läßt. Aus einem Theil Arsenik auf zehn Theile Kupfer schmilzt man das sogenannte Weißkupfer zusammen. Das Kupfer und der Messing sind noch durch eine Eigenschaft ausgezeichnet, wodurch sie den Freunden der Töne sich empfehlen: durch ihre große Elastizität, von der die Schwingungen der Tonwellen

eine Folge sind. Daher die Anwendung zu Metallsaiten, zu Glocken und andern tönenden Geräthschaften.

54. Das Quecksilber.

Eine Hauptbedingung, welche jeder chemischen Naturthätigkeit, sie mag auf Scheidung oder auf neue Verbindung der Grundstoffe sich beziehen, vorausgehen muß, ist die, daß der bisherige Zusammenhalt der einzelnen Theile eines Körpers gelöst werden muß, weil dieser jeder Regung, die auf neue Gestaltung hinausgeht, sich widersetzt. Ein fester Körper muß deßhalb theils schon durch mechanische Gewalt — durch Zerstoßen und Zerschlagen klein gemacht, oder seine Theile, wie die des Salzes im Wasser, durch eine Flüssigkeit, die sich zwischen sie hineindrängt, oder noch besser durch das Erwachen der eigenen Triebkraft (nach Cap. 4) mittelst der Wärme von einander gesondert werden. Diese expandirende Schwung- und Triebkraft, welche die Hitze bewirkt, hat aber vornämlich zwei Stufen: sie macht den festen Körper flüssig, schmilzt ihn, oder sie verwandelt ihn in Dämpfe. Im flüssigen, geschmolzenen Zustand müssen sich, wie wir in vielen der vorhergehenden Capitel sahen, die Metalle, so wie manche andere Körper befinden, wenn sie chemisch sich vereinen sollen; die Dämpfe des Zinks durchdringen nach Cap. 53 das Kupfer und bilden mit ihm eine messingartige Composition. Aber eben so, wie das Schmelzen und Verdampfen zur chemischen Verbindung führt, kann dasselbe auch in vielen andern Fällen eine Scheidung der Grundstoffe bewirken. Der Stickstoff ist so sehr geneigt, die gasartige Form anzunehmen, daß die Salpetersäure schon durch Erhitzung zerlegt wird; ein leichter schmelzbarer Stoff wird öfters durch die Hitze von dem schwerer schmelzbaren geschieden. Unter allen Metallen zeigt sich uns das Quecksilber zur Verbindung wie zur Scheidung von andern Metallen geschickt, weil es bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft beständig flüssig, ja selbst zu einer

langsamen Verdampfung geneigt ist, bei einer Wärme aber von 272 Grad sich ganz in Dämpfe verwandelt. Sein großes Eigengewicht, das 14²/₅mal jenes des Wassers übertrifft, seine Unangreifbarkeit von den gewöhnlichen Säuren, seine Eigenschaft, durch blose Erhöhung der Temperatur aus dem Zustand des Oxyds in den rein metallischen zurück zu kehren, lassen dasselbe in die Reihe der edlen Metalle, neben das Silber, stellen, mit welchem es auch in der Natur häufig vereint gefunden wird. Eben jene Unangreifbarkeit in Säuren, wodurch das Quecksilber sich auszeichnet, gibt auch das leichteste Mittel an die Hand, dasselbe von andern, minder edlen Metallen, wie Zinn, Blei, erst zu reinigen, mit denen das käufliche Quecksilber etwa verunreinigt seyn könnte; man braucht dasselbe nämlich nur mit Salpetersäure oder starker Schwefelsäure zu übergießen und einige Tage, indem man es dabei öfters umrührt, darinnen zu lassen, dann nehmen jene Säuren alle die leichter oxydirbaren Metalle hinweg, und lassen das Quecksilber unverändert zurück.

Aber auch in diesem, wie in allen metallischen Grundstoffen, erwacht unter günstigen Verhältnissen ein Zug nach der Vereinigung mit dem Sauerstoff. Es kann mit diesem, wie wir bereits im 27. Capitel sahen, im Verhältniß wie 101 zu 8 zum rothen, eigentlichen Oxyd, oder wie 202 zu 8 zum schwarzen, Halboxyd sich vereinen. Wenn man das Quecksilberoxyd mit Salzsäure überschüttet, dann vereint sich der Wasserstoff, der in dieser ist, mit dem Sauerstoff des Oxyds zu Wasser, und das Metall mit dem Chlor im Verhältniß von 101 zu 36 zu Chlorquecksilber, jenem starken Gifte, das unter dem Namen des Sublimates bekannt ist. Das Knallquecksilber, das im trockenen Zustand bei jedem Stoß, ja durch Reiben zwischen Papier sich entzündet und dann große Verheerungen anrichten kann, weßhalb man es immer unter Wasser bewahren, oder feucht erhalten muß, ist eine Verbindung des Quecksil-

bers mit Salpetersäure, die unter Mitwirkung des Weingeistes bereitet wird. Knallquecksilber, mit angefeuchtetem Schießpulver im Verhältniß von 5 zu 3 gemischt, ist, namentlich in Frankreich, zur Füllungsmasse von Zündhütchen an Schießgewehren empfohlen worden, bei deren Anwendung der Schuß niemals versagen kann, indem das Zündloch nie dadurch verstopft wird. Zwei Pfund Knallquecksilber reichen zur Füllung von 40,000 Kupferhütchen, mithin zu eben so vielen Schüssen hin; aus 200 Pfund Quecksilber könnte man das Zündmaterial zu vier Millionen Schüssen gewinnen.

Mit dem Schwefel verbindet sich das Quecksilber in verschlossenen Gefäßen unter Einwirkung der Hitze zum Zinnober, wobei dem Gewicht nach 101 Theile Metall auf 16 Theile Schwefel kommen. Dasselbe, was in diesem Falle die Hitze thut, das bewirkt auch die mechanische Gewalt, wenn man beide Grundstoffe in dem erwähnten Verhältniß vermischt, und dann in einer wohlverwahrten Flasche an das Gatter einer Sägemühle oder an das Schwungrad einer Dampfmaschine befestigt, um dieselbe davon 1 bis $1^1/_2$ Tage lang schütteln zu lassen. Man muß hierbei das Licht abhalten, dessen Einfluß dem Zinnober seine schöne Farbe sehr verschlechtert.

55. Das Silber.

Dieses edle Metall hat unter allen Metallen die vollkommenst weiße Farbe, den stärksten Glanz, ist etwas härter als Gold, hat zwar eine etwas geringere Dehnbarkeit, dabei aber stärkeren Zusammenhalt der Theile als dieses; sein Eigengewicht übertrifft jenes des Wassers $10^1/_2$mal. Es schmilzt bei einer Hitze von 800 Grad R. und nimmt hierbei, wenn es vollkommen rein ist, einen kleinen Antheil von Sauerstoffgas auf, den es jedoch beim Erkalten wieder fahren läßt. Im festen Zustand wird es von der feuchten Luft nicht angegriffen, erhält sich blank; dagegen äußern viele Säu-

ren einen auflösenden Einfluß auf dasselbe, wobei das Metall eben so wie durch sein Verbrennen mittelst der Wirkung des Sauerstoffgebläses auf glühende Kohlen, in ein Oxyd verwandelt wird, das aus 108 Theilen Silber und 8 Theilen Sauerstoff besteht.

Das Silber wird in der Natur öfters mit andern Metallen vereint gefunden, von denen die Kunst des Menschen es zu scheiden hat, um dasselbe in seiner Reinheit darzustellen. Am leichtesten ist die Scheidung von Quecksilber, da dieses, aus seiner Vermischung mit dem Silber schon durch Erhitzung, als Dampf ausgetrieben wird. Da auf der andern Seite das Quecksilber durch bloses mechanisches Umschütteln mit dem Silber mit diesem sich sehr leicht vereint (amalgamirt), bedient man sich dieses Mittels, um das reine Silber, da wo es in ganz kleinen Theilen mit fremdartigen Gesteinmassen verwachsen ist, aus diesen auszuscheiden, indem man sie zerstäubt, und mit dem Quecksilber umschüttelt, welches hernach aus seiner Verbindung mit dem Silber abgedampft wird. Da, wo andere Metalle als das Quecksilber mit dem Silber vermischt sind, bedient man sich zur Reinigung von diesen eines andern Mittels, welches an das Verfahren Karls des Großen mit seinem ihm von Harun al Raschid geschenkten Asbesttuch erinnert. Ein solches Tuch aus unverbrennlichem Stoffe wird besser in der Gluth des Feuers als im Wasser gereinigt, indem jene den anklebenden, brennbaren Stoff zerstört, das Unverbrennliche aber zurückläßt. So werden auch Blei und selbst Kupfer, mit denen das Silber vererzt ist, durch das Feuer in Schlacken verwandelt abgetrieben, während das Silber rein zurückbleibt. Was in diesen Fällen der Sauerstoff für sich allein beim Verbrennen bewirkt, das thut er auch in seinen Verbindungen zu Säuren. Das Kupfer, welches in unsern silbernen Löffeln und andern Geräthschaften dieser Art jederzeit mit dem Silber vermischt ist, löst sich in Säuren auf, welche das Silber rein zurücklassen.

Wenn man deßhalb auf die Oberfläche eines 12 löthigen Silberstückes (das aus 12 Loth Silber und 4 Loth Kupfer besteht) eine Säure bringt, dann nimmt diese das Kupfer hinweg, und das Silber zeigt sich in seiner größern Reinheit und weißen Farbe. Selbst ein Löffel, der eine Nacht hindurch mit einer sauren Speise in Berührung blieb, erscheint beim Herausnehmen weißer, zugleich aber hat die Speise, durch die Aufnahme des Kupfers, eine schädliche Wirkung erhalten.

In Salpetersäure löst sich das Silber, nachdem es zuerst zum Oxyd geworden, leicht auf und bildet damit ein Salz, welches man wegen der starkätzenden, zerstörenden Wirksamkeit auf thierische Körper, namentlich auf die menschliche Haut, Höllenstein genannt hat. Dieses salpetersaure Silberoxyd ertheilt den Pflanzen wie Thierstoffen, vor allem, wenn das Licht dabei mitwirkt, eine sehr dauerhafte schwarze Farbe. Wenn man das salpetersaure Silber, das aus 116 Theilen des Silberoxyds und 54 Theilen Salpetersäure besteht, in einer Auflösung mit 59 Theilen Kochsalz vermischt, dann fällt ein weißer Niederschlag zu Boden, welcher reines Chlorsilber ist. Das Metall, das hierbei seinen Sauerstoff, durch welchen es oxydirt war, an das Natronmetall abgetreten, hat sich mit dem Chlor im Verhältniß von 108 zu 36 vereint. Auch dann, wenn das in der Auflösung enthaltene Silber mit Kupfer verunreinigt war, hat sich blos das Silber mit dem Chlor verbunden und niedergeschlagen; für das Kupfer blieb, nach dem angegebenen Verhältniß der Gewichtsmengen, kein Chlor mehr übrig; dieser ist in der Auflösung zurückgeblieben. Wenn man nun weiter das Chlorsilber, nachdem man es ausgewaschen, im noch feuchten Zustand und unter Zusatz von etwas Salzsäure mit eisernen Nägeln in Berührung bringt, dann wirft sich das Chlor auf das Eisen (bildet Chloreisen) und das Silber wird in seiner vollkommenen Reinheit ausgeschieden.

Nicht in verdünnter sondern nur in ganz starker Schwefelsäure löst sich das Silber auf. Wenn dieses dabei in Berührung mit Platina kam, wird die Auflösung sehr beschleunigt und erleichtert, so wie Kupfer sich viel leichter auflöst, wenn es mit Silber in Berührung ist. Daher bedient man sich der Gefäße von Platina, in denen man Schwefelsäure erhitzt, um das Silber, das mit Gold vermischt ist, leichter aufzulösen, wobei das Gold als schwarzes Pulver zu Boden fällt. Selbst in verdünnter Schwefelsäure löst sich übrigens das Silber leicht auf, wenn die Säure etwas Eisenoxyd in ihrer Mischung enthält, denn das Silber hat hierbei die Kraft, dem Eisenoxyd einen Theil seines Sauerstoffes zu entziehen, während den unedlern Metallen, welche mit dem Silber vermischt waren, diese Kraft abgeht, weßhalb sie in der Auflösung zurückbleiben. Durch Zusatz von Kochsalz verwandelt man dann das schwefelsaure Silber, gerade so wie das salpetersaure, in Chlorsilber.

Auch das geschwefelte Wasserstoffgas (S. 33) greift das Silber an. Wenn letzteres von der Schwefelwasserstoffsäure oder auch von Schwefeldämpfen angelaufen ist, reinigt man es durch ein Gemisch von Weingeist und Kreide, welches man über das Silber streicht und, wann es trocken ist, abbürstet. Auch Ofenruß in Essig thut diese Dienste. Mit dem Schwefel verbindet sich das Silber im Verhältniß wie 108 zu 16, mit dem Spießglanz wie 108 zu $64^1/_2$. Bei dem Zusammentreten der Ammoniakflüssigkeit mit einem Silbersalz oder Oxyd bildet sich das furchtbare Bertholletsche Knallsilber, welches jedem Scheidekünstler, unter dessen Händen es sich erzeugt, Verletzung und Tod bringen kann.

Die Verbindungen des Silbers mit Chlor und mit Jod werden schon durch den Lichtstrahl zersetzt; je heller dieser ist, desto schneller stellt er das Silber wieder in seinem reinen Zustand dar. Hierauf gründet sich die

Erfindung des Daguerreotypes, dessen Tableaux dadurch entstehen, daß die hellern Stellen der auf die Silberplatte einfallenden Bilder das Metall reduziren, welches dann mit dem dampfförmig darauf wirkenden Quecksilber zu weißem Amalgam sich verbindet.

56. Das Platinametall.

Dieses seltene und kostbare Metall, das von einer der Gegenden, da es zuerst gefunden worden, der Umgegend des La Platastromes in Südamerika, seinen Namen empfing, hat im reinen Zustand eine Eigenschwere, welche die des Wassers 21½mal übertrifft; es ist so schwer schmelzbar, daß es selbst nicht durch die gesteigerte Hitze unsrer Hochöfen, sondern nur (als Drath) im Gluthstrom der Entladung einer starken Volta'schen Säule oder des Neumannischen Knallgebläses oder im Brennpunkt großer Brennspiegel zum Fließen gebracht werden kann; es läßt sich zwar nicht so wie Gold und Silber zu dünnen Blättchen wohl aber zu Blechen schlagen und zu feinen Dräthen ausziehen; der Zusammenhalt seiner Theile ist außerordentlich groß. Weder in Schwefel noch in Salz- oder Salpetersäure, auch wenn diese den höchsten Grad der Stärke haben, wohl aber in einer Vermischung der Salpeter- und der Salzsäure, dem sogenannten Königswasser, löst die Platina sich auf; und wenn man eine solche Auflösung der Hitze so lange aussetzt, bis sich aus ihr keine Dämpfe von Salpetersäure mehr entwickeln, dann bleibt sie in der Form eines braunen Salzes, als Chlorplatin, zurück, welches dem Gewicht nach aus 36 Theilen Chlor und 49 Theilen Platina besteht. Die Zahl des Mischungsgewichtes dieses Metalls würde demnach 49, oder, wenn die eben erwähnte Verbindung nur ein Halb-Chlorplatina seyn sollte, 2mal 49; so daß Platina im Verhältniß von 98 zu 8 mit dem Sauerstoffgas sich oxydirte. Wenn man die Auflösungen von salzsaurem Platinaoxyd und von salzsaurem Ammoniak unter einander mischt,

dann bildet sich durch die Verbindung beider Salze ein gelbes Pulver, der Platinsalmiak, aus welchem die Salzsäure und der Salmiak durch die Glühhitze verflüchtigt werden können, so daß nur das reine Metall als eine lockere Masse zurückbleibt, deren wir bereits unter dem Namen des Platinaschwammes im 30. C. erwähnten. In der Weißglühhitze werden die Metalltheilchen des Platinaschwammes so weit erweicht, daß sie wie das glühende Eisen sich zusammenschweißen lassen.

Obgleich das Platinametall selbst durch die stärkste Schwefelsäure nicht angegriffen wird, so daß man sich der aus ihm bereiteten Retorten und Kessel zum Entwässern dieser Säure, unter Einwirkung der Glühhitze, mit größestem Vortheil bedienen kann, reicht dennoch der Widerstand, den jenes Metall der Verbindung mit solchen Auflösungsmitteln entgegensetzt, nicht hin, um es auch gegen den Einfluß des Phosphors, des Arseniks und anderer regulinischer Metalle, welche in ihm geschmolzen werden, so wie der Aetzkalien, besonders des Lithion und der Schwefelkalien, zu schützen. Ein kleiner Zusatz von Arsenik macht das Platin leichter schmelzbar; mit Stahl zusammengeschmolzen gibt dasselbe eine Masse, welche der schönsten Politur fähig und dabei dem Anlaufen an der Luft nicht unterworfen, deßhalb zu astronomischen Metallspiegeln sehr brauchbar ist.

57. Das Gold.

Kein anderes Metall ist so dehnbar, so geschmeidig gegen alle mechanisch einwirkenden Einflüsse, wie Druck, Stoß und Schlag, als das edle Gold; auf seiner Stufe der Gestaltung in der That ein Abbild der Demuth. Sein Eigengewicht übertrifft das des Wassers 19½mal; es bedarf eines fast 5½mal stärkeren Hitzgrades, um zum Schmelzen zu kommen, als das Zinn, denn sein Schmelzgrad wird zu 1250 Gr. R.

angenommen. Wenn man fein geschlagene Goldblättchen in gasartigem Chlor erhitzt, dann verbindet sich mit diesem das Metall zu einem rothbraunen Pulver, davon in 102 Gran 66 Gran Gold und 36 Chlor enthalten sind. Hieraus schließt man, daß die Zahl des Mischungsgewichtes des Goldes 66 sei; aus andern Gründen aber nimmt man diese Zahl zu anderthalbmal 66 oder 99 an. Wie auf das Platin, so haben auch auf das Gold die meisten Säuren keinen Einfluß, doch löst es sich im Königswasser auf. Will man demnach dasselbe, in vollkommen reinem Zustand darstellen, dann setzt man der Auflösung Eisenvitriol zu. Das Chlor, mit welchem das Gold verbunden war, hat einen stärkern Zug zu dem im Vitriol enthaltenen Eisenoxydul als zum Gold; es verläßt dieses, das sich als bräunliches Pulver in rein metallischem Zustand niederschlägt. Während die große Reihe der Grundstoffe, deren Eigenschaften wir hier betrachteten, mit dem Sauerstoffgas beginnt, endigt sie mit dem Golde. Diese beiden an der Spitze der einen wie der andern Seite stehenden Herrscher der Grundstoffe zeigen die geringste Neigung zu einer chemischen Verbindung — das Gold oxydirt sich außerordentlich schwer. Dagegen vereint sich dieses edle Metall mit andern Metallen: mit dem Quecksilber zu einem Amalgam, mit Silber wie mit Kupfer zu vielfachen sogenannten Karatirungen (Vermischungen). Mit dem Zinn bildet das Gold, wenn beide mit Chlor verbunden und in Wasser aufgelöst waren, den Goldpurpur, der für Glas- und Porzellanfärbung häufig angewendet wird.

In derselben Weise, wie wir dieß schon beim Silber erwähnten, läßt sich das Gold von den ihm beigemengten unedlen Metallen scheiden. Diese werden in Säuren aufgelöst (gleichsam verbrannt), aus denen das Gold unverletzt und rein sich abscheidet.

58. Die Ursachen so wie die Gesetze der chemischen Verbindungen.

Nach der merkwürdigen Beobachtung eines englischen Naturforschers, des R. Brown, kann man selbst der todten Masse, aus welcher ein starrer Stein oder ein dürres Stück Holz besteht, Bewegungen geben, welche denen des Lebens gleichen, wenn man dieselbe so fein zerpulvert und zertheilt, daß die Größe der einzelnen Theilchen noch unter dem 4000sten Theil eines Zolles bleibt. Wenn man solche Stäubchen auf einen Tropfen Oel oder Wasser bringt und sie hierauf unter einem guten Vergrößerungsglas betrachtet, dann bemerkt man, daß sie sich gleich lebenden Thierchen gegen und durch einander bewegen. Bald suchen sie sich auf und treten in Berührung, bald trennen und fliehen sie sich; man kann deutlich wahrnehmen, daß ihre Bewegungen nicht eine Folge der Verdünstung des Wassers oder des Oeles sind, sondern daß dieselben viel eher jenen Bewegungen gleichen, welche die elektrische und magnetische Polarisation den Körpern mittheilt.

So fein auch in unsern Augen eine solche Zertheilung durch mechanische Gewalt erscheinen mag, welche einen festen Körper in Stäubchen verwandelt, die noch nicht einmal an Größe den Viertausendtheil eines Zolles erreichen, kommt dennoch dieselbe in keiner Weise jener Zertheilung gleich, welche bei der chemischen Zersetzung und gegenseitigen Durchdringung der Grundstoffe stattfindet. Wenn zum Beispiel der harte, feste Demant im Brennpunkt eines großen Brennspiegels sich zu einem Dampf auflöst, der sich dabei zugleich mit dem Sauerstoffgas zu einer unserem Auge unsichtbaren Luftart, zur Kohlensäure, verbindet, wenn diese Säure mit Wasser sich vereint, welches hierdurch für unsern Geschmack ein angenehm trinkbares wird, dann ist der Demant mit all seinen Eigenschaften für unsere sinnliche Wahrnehmung nicht mehr vorhanden; die kleinsten Theile

desselben sind unserm Auge, und wenn dieses auch durch vieltausendfach stärkere Vergrößerungsgläser blicken könnte, als unsere jetzigen besten sind, ganz entschwunden, eben so wie die Theilchen einer schwarzen Kohle oder eines Holzstückes, wenn sie durch das Verbrennen zur unsichtbaren Kohlensäure wurden. Ein solches gänzliches Hinaustreten aus dem Erkenntnißkreis unsrer Sinne widerfährt allen Grundstoffen bei jener Auflösung des Zusammenhaltes ihrer kleinsten Theilchen, welche der chemischen Vereinigung mit den kleinsten Theilchen eines andern Grundstoffes vorausgeht. Wenn die metallähnliche Grundlage des Natron auf unsre feuchte Zunge käme, würde sie da, bei der Heftigkeit, mit der sie sich oxydirte, gewaltige Zerstörungen anrichten, und eben so wirkt das Chlor, namentlich auf die Schleimhäute des lebenden Körpers, als ein zersetzendes Gift ein. Sobald aber diese beiden Grundstoffe sich chemisch verbunden haben, und zum Kochsalz geworden sind, dann ist keine Spur mehr von den Eigenschaften zu bemerken, welche jeder dieser Stoffe für sich allein hatte; sowohl das Natrium als das Chlor sind für unsre Sinnen nicht mehr vorhanden. Obgleich daher die kleinsten Theile oder Uranfänge, in welche ein Körper durch die Kraft der chemischen Anziehung sich auflöst, kein Gegenstand mehr für unsere Sinne sind, bemerken wir dennoch, daß ihnen die Haupteigenschaften eines vollkommenen Körpers, ein gewisses Maaß der Größe und des Eigengewichtes, zukommen müssen. Im Großen fällt es uns an den Luftarten deutlich ins Auge, daß sich gerade nur ein Maaßtheil (etwa ein Cubikzoll) der einen mit einem oder mit zwei, mit drei und vier Maaßtheilen der andern oder auch zwei mit drei chemisch verbinden, wobei wir zugleich bemerken, daß diese fest bestimmten Größen auch ein eben so genau abgemessenes Verhältniß der Gewichte haben, so daß immer nur ein Gran Wasserstoffgas mit acht Gran Sauerstoffgas zu Wasser sich bildet. Der innere Zusammenhang, in welchem hier

das Verhältniß der räumlichen Ausdehnung oder der körperlichen Größen mit dem Verhältniß der Gewichte stehet, ist ein so gewisser, daß, wenn man die Gewichtsmengen gefunden hat, in denen sich zwei Gasarten verbunden haben, man daraus berechnen kann, welchen Rauminhalt sie in ihrem luftartigen Naturzustand vor ihrer Verbindung einnahmen. Mit Recht darf man hieraus schließen, daß auch jene kleinsten Theile oder Uranfänge eines festeu Körpers, deren Größe für unsere Sinnen nicht meßbar oder erkennbar ist, in einem genau begränzten Verhältniß ihrer räumlichen Ausdehnung sich zusammenfügen und vermischen, weil sie dieses in einem genau abgewogenen Verhältniß der Gewichtsmengen thun. Auf das letztere Verhalten haben wir bereits bei der Beschreibung der einzelnen Grundstoffe die nöthige Rücksicht genommen. Bei ihnen allen findet eine bestimmte Zahl der Gewichtsmengen statt, in welcher sie sich überall und unter allen Umständen chemisch verbinden. Wenn wir zum Beispiel das Wasserstoffgas als 1 setzen, dann erhalten wir für das Sauerstoffgas 8, weil die Verbindung beider aus einem Gewichtstheil Wasserstoffgas und acht Theilen Sauerstoff besteht, ein Gran des ersteren mit acht Gran des letzteren neun Gran Wasser bildet. In ihren Einfach-Sauerstoffverbindungen nehmen der Schwefel zu 16 Theilen seines Gewichtes, der Kohlenstoff zu 15, der Stickstoff zu 14, das Kalimetall zu 39, das Spießglanz zu 64½, das Eisen zu 27, der Zink zu 32¼, Kupfer zu (nahe) 32, das Blei zu 103½ Theilen ihrer Masse acht Theile Sauerstoffgas auf. Das heißt 16 Gran Schwefel verbinden sich mit einem Gran Wasserstoff zur Schwefelwasserstoffsäure, oder mit acht Gran Sauerstoff zur unterschweflichen Säure, mit sechs Gran Kohlenstoff zum Schwefelkohlenstoff, mit 64½ Gran Spießglanz so wie mit 103½ Gran Blei zum Schwefelspießglanz oder zum Schwefelblei. Wenn man deßhalb durch die Scheidekunst auch nur bei einer einzigen

chemischen Verbindung eines Grundstoffes mit irgend einem andern das Verhältniß der Gewichtsmengen aufgefunden hat, in welchem sie vereint sind, dann kann man mit voller Sicherheit es voraus bestimmen, wie viele, dem Gewicht nach, von einem Stoffe nöthig sind, um mit einem andern sich vollkommen zu sättigen oder chemisch zu verbinden. Weiß man zum Beispiel von dem Chlor, daß 36 Gran desselben mit 39 Gran Kalimetall eine dem Kochsalz sehr nahe stehende chemische Verbindung bilden, oder daß die Salzsäure aus 36 Gran Chlor und 1 Gran Wasserstoffgas besteht, dann kann man daraus den Schluß ziehen, daß auch 36 Gran Chlor genügen werden, um 27 Gran Eisen zu sättigen, und mit ihm das Einfach-Chloreisen zu bilden, oder mit 104 Gran Blei das Chlorblei.

Aber das Kupfer hat, wie wir so eben sahen, als Zahl seines gewöhnlichen Mischungsgewichtes 32, das Sauerstoffgas 8, und dennoch besteht das Chlorkupfer aus 64 Gewichtstheilen Kupfer und 36 Theilen Chlor; die Chlorsäure enthält in einer Masse, welche 76 Loth wiegt, 36 Loth Chlor und 40 Loth Sauerstoffgas. Eben so sind in 32 Gran der schweflichen Säure, die beim Verbrennen des Schwefels entsteht, 16 Gran von diesem nicht mit 8, sondern mit 16, ja in 40 Gran Schwefelsäure 16 Gran Schwefel mit 24 Gran Sauerstoffgas vereint, und dergleichen Fälle haben wir bei der Betrachtung der einzelnen Grundstoffe in Menge angeführt. Gerade aber durch diese nur scheinbaren Ausnahmen gibt sich uns die Regel — das feststehende Naturgesetz — desto deutlicher kund, nach welcher die Uranfänge oder Atome der körperlichen Stoffe Einheiten von bestimmter Größe sind, die sich nur als Ganze, nicht als Bruchtheile, mithin als 1 zu 1 oder zu 2, 3, 4, 5 oder auch 2 mit 3en u. s. w. verbinden können. Denn in den eben angeführten Fällen hat sich ein Mischungsgewicht Chlor mit zwei Mischungsgewichten Kupfer, eine Mischungsein-

heit des Schwefels mit zwei und drei Einheiten des Sauerstoffgas, ja fünf Einheiten des Sauerstoffs mit nur einer des Chlors verbunden, eben so wie (nach Cap. 29) in der Salpetersäure mit dem Stickstoff. Selbst dann, wenn unter den Verbindungen der Grundstoffe solche vorkommen, darin der eine nicht in ganzen sondern in halben Einheiten seines Mischungsgewichtes, wie $1\frac{1}{2}$ oder $2\frac{1}{2}$ gegen 1 auftritt, darf man ein ähnliches Verhältniß voraussetzen wie bei dem Wasser, bei welchem zwei Maaßtheile nur für einen Gewichtstheil gerechnet werden. Anderthalb werden dann drei, $2\frac{1}{2}$ wird fünf, weil das Mischungsgewicht des andern Grundstoffes nicht einem sondern zwei Atomen zukommt.

In der Regel, so kann man annehmen, stellt der positive Gegensatz, der die Stelle des Brennstoffes vertritt, und den man als Radicale zu benennen pflegt, in unveränderlicherer Weise die Einheit dar als der negative Gegensatz oder der Zündstoff, wie wir dieß namentlich bei vielen Verbindungen des Sauerstoffes mit solchen Grundstoffen bemerken können, welche sich negativ gegen ihn verhalten.

Obgleich in den chemischen Verbindungen der verschiedenen Grundstoffe das ganze Wesen des einzelnen mit allen seinen Eigenschaften untergegangen und aufgelöst erscheint, ist dennoch den Elementen auch in dieser Vereinigung noch ein Hauptzug ihres Charakters geblieben; dieß ist der Zahlenwerth, den sie als bestimmte Größen des Gewichtes, eines gegen das andere, ursprünglich hatten. Der Kohlenstoff vereint sich, wie wir im 31. Capitel sahen, mit dem Sauerstoffgas in dem Verhältniß der Gewichtstheile von 6 zu 8 zum Kohlenoxydgas: ein Mischungsgewicht des ersteren kommt dabei drei Viertheilen des zweiten gleich. In der Kohlensäure aber hat der Kohlenstoff zwei Mischungsgewichte des Sauerstoffs aufgenommen: sechs Gran des ersteren sind mit 16 Gran des letzteren chemisch verbunden. Die Grundzahl der Kohlensäure ist mithin 6 und 16,

oder 22. In der Schwefelsäure sind 16 Gran Schwefel mit drei Mischungsgewichten des Sauerstoffs, oder mit 24 Gran desselben verbunden, die Gesammtzahl wird demnach 40; bei der Salzsäure, die aus 36 Gran Chlor und 9 Gran Wasserstoffgas besteht, wird sie 37, bei der Salpetersäure, in welcher acht Mischungsgewichte des Sauerstoffes (5mal 8) mit einem Mischungsgewichte des Stickstoffes, mithin 40 Gran von jenem mit 14 von diesem verbunden sind, ist die Gesammtzahl 54; bei der Phosphorsäure, davon sich eine Masse von 100 Gran in fast 44 Gran Phosphor und in 56 Gran Sauerstoffgas zerlegen läßt, ist die feststehende Summe der Gewichtstheile 65, denn zwei Mischungsgewichte des Phosphors, oder 2mal $15^7/_{10}$, das heißt $31^2/_5$ desselben haben sich mit drei Mischungsgewichten des Sauerstoffes (3mal 8 oder 24) in ihr verbunden. Das Eisen hat, wie wir vorhin sahen, als Zahl seines Mischungsgewichtes 27, das Kupfer nahe 32. Das Eisenoxydul besteht aus der Verbindung eines Mischungsgewichtes Eisen oder 27 mit einem Mischungsgewicht Sauerstoffgas oder 8, hat mithin die Zahl 35; das Eisenoxyd aber, welches aus einer merkwürdigen Verbindung von zwei Mischungsgewichten Eisenoxydul und noch einem Mischungsgewicht Sauerstoffgas entstanden ist, hat zu seiner Zahl 2mal 35 oder 70 und 8, d. h. 78: dagegen besteht das Kupferoxyd aus 32 Gewichtstheilen (Gran oder Loth) seines reinen Metalles und 8 Theilen (Gran oder Loth) Sauerstoff; seine Charakterzahl ist mithin 40.

Alle die eben genannten Verbindungen sind solche des ersten Grades, die nur aus zwei einfachen Grundstoffen bestehen; eben so wie die Laugensalze und laugensalzartigen Erden, unter denen das gemeine Kali die Zahl 47, das Natron 31, der äzende Kalk $28^1/_2$, die Talkerde $20^3/_5$ hat, weil sich die metallähnliche Grundlage des ersten im Verhältniß wie 39, die des zweiten wie 23, die des dritten wie $20^1/_2$, des vierten wie $12^3/_5$

mit dem Sauerstoffgas verbunden findet, wozu meist noch ein Mischungstheil Wasser kommt, der jene Zahlen um 9, mithin bei dem Aetzkali auf 56, bei dem Aetznatron auf 40 steigert.

Die Verbindungen des ersten Grades, welche nur aus zwei Grundstoffen bestehen, und darum binäre heißen, bilden unter sich die chemischen Mischungen des zweiten Grades, indem die eine von ihnen die Stelle des Brennstoffes, die andere jene des Zündstoffes vertritt, die erstere mithin den Charakter der positiven Reihe oder der Laugensalze, die andre den negativen Charakter der Säuren an sich trägt. Der positive Gegensatz, der mit der Säure die Verbindung eingeht, wird die Basis genannt: die Grundlage, deren Mischungsgewicht vorzugsweise die bleibende Einheit bildet. Und eben an diesen chemischen Bildungen des zweiten Grades zeigt sich, wie wir vorhin sagten, jenes unveränderliche Beibehalten der Größen, die wir als Mischungsgewichte kennen lernten, in unverkennbarer Weise. Der kohlensaure Kalk besteht in 100 Theilen aus $56^3/_{10}$ Kalkerde und $43^7/_{10}$ Kohlensäure; in 100 Gran des Magnesites oder der kohlensauren Bittererde finden wir $48^3/_{10}$ Gr. Bittererde, und $51^7/_{10}$ Gr. Kohlensäure. Wenn wir in beiden Fällen das Verhältniß dieser Gewichtszahlen berechnen, finden wir, daß im kohlensauren Kalk die Basis in dem Verhältniß von $28^1/_2$ zu 22, im Magnesit von $20^3/_5$ zu 22 verbunden sey. Der Anhydrit, oder wasserfreie Gyps, enthält in 100 Gran $41^6/_{10}$ Kalkerde und $58^4/_{10}$ Schwefelsäure, das Verhältniß beider Zahlen ist wie $28^1/_2$ zu 40. Und so finden wir bei allen Verbindungen des zweiten Grades und selbst da, wo diese einen noch mehr zusammengesetzten Verein unter sich selber eingehen, die Charakterzahl der Mischungsgewichte als etwas eben so Feststehendes und Sicheres, als dieß in der Sternkunde die Verhältnißzahlen der Entfernungen und Umlaufszeiten der Weltkörper sind. Auch zeigt sich bei den Verbindungen des zweiten, wie

bei denen des noch zusammengesetzteren dritten, Grades eine eben solche Steigerung der Einheiten, von eins auf zwei, drei u. s. w., wie bei den Vereinigungen der binären Art, so wie auch öfters (z. B. bei den kohlensauren Kupferoxyd-Verbindungen) solche Verhältnisse vorkommen, wie nach S. 301 beim Eisenoxyd-Oxydul, indem sich Kupferoxyd in vorherrschender Menge der Gewichtstheile mit kohlensaurem Kupferoxyd vereint hat.

Alles das, was wir hier von den Verhältnissen der Mischungsgewichte der Grundstoffe und ihren Verbindungen sagten, das hat man mit dem Namen der stöchiometrischen Verhältnisse bezeichnet, denn Stöchia heißen auf griechisch die Uranfänge oder Grundtheile, aus denen die Körper zusammengefügt sind, und Stöchiometrie bedeutet so viel als Meßkunst der Uranfänge. Es war ein kühner, gewaltiger Aufschwung des menschlichen Forschens, durch welchen die große Entdeckung all dieser Gesetze der chemischen Verbindungen gemacht worden ist; und dieser Aufschwung ist zuerst einem deutschen Manne von schlichtem, einfachen Wesen, dem J. B. Richter, königl. preußischen Bergprobirer, (im J. 1792) gelungen, wozu auch die Forschungen eines andern Deutschen, Namens Wenzel, Vieles beitrugen. Durch diese große Entdeckung hat der Mensch allerdings eine sehr folgenreiche Einsicht in jene göttliche Ordnung gewonnen, deren Gesetze bis in die verborgendsten Tiefen der Körperwelt herrschen. Wenn sich auch die äußerlichen Erscheinungen noch so sonderbar durchkreuzen und verwirren, wenn ganze Massen der Körper zerstäubt und zertrümmert im Wasser aufgelöst einen unförmlichen Schlamm bildeten, so bleiben dennoch die innern Anfänge unter dem unverrückbar festen Gesetz stehen, das ihre Zusammengesellung und wechselseitige Ergänzung zu irgend einer körperlichen Gestalt bestimmt. Der Mensch mag alle Kräfte und Künste, die ihm zu Gebote stehen, anwenden; er kann den Grundstoffen und ihren Verbindungen alle nur er-

sinnliche Gewalt anthun, dennoch ist er nicht im Stande, an dem Maaß der anziehenden Kräfte des einen dieser Stoffe zum andern auch nur das Mindeste zu ändern. Der Wasserstoff wird immer das Vermögen behalten, auf einen einzigen seiner Gewichtstheile 8 Gewichtstheile des Sauerstoffs und 16 des Schwefels, ja $35^1/_3$ des Chlors aufzunehmen und diese an Gewichtsmasse ihm so weit überlegenen Grundstoffe in ganz neue körperliche Formen umzuschaffen, darin keine Spur mehr von den Eigenschaften zu finden ist, welche das überwältigte, nun mit dem Wasserstoff verbundene Element vor seiner Vereinigung hatte. Eben so wird der Schwefel, in seinen Verbindungen mit dem Sauerstoff zur Schwefelsäure, stets in dem Zusammenwirken mit andern Elementen seine Herrschermacht, das Laugensalz sein Vermögen erweisen, andern Verbindungen, deren Radikal von schwächerer Anziehungskraft ist, ihre Säure zu entreißen; jeder einzelne Stoff, jede einzelne Verbindung wird, sobald ihr Freiheit der Wahl und der Bewegung gegeben wird, den ihr zukommenden Rang einnehmen und die ihr zugemessene Wirksamkeit bezeugen; die menschliche Kunst weiß was sie von jedem dieser Elemente zu erwarten und was sie zu thun habe, um sich derselben zu bestimmten Zwecken zu bedienen. Hierdurch ist der Mensch zu einem Herrscher und Baumeister im Reiche der Elemente geworden, der innerhalb gewisser Gränzen Körper, zu seinem Nutzen und Vortheil, durch chemische Verbindungen sich schaffen, oder dieselben durch Ausscheidungen aus den Mischungen, darin sie verborgen lagen, für sich gewinnen kann. All diese Künste beruhen freilich nur auf einer klugen Benützung jener polarisch anziehenden und gegenseitig sich ausgleichenden Kräfte, welche wir durch unsere Macht nicht in die Stoffe legen können, sondern welche der Schöpfer bei ihrem Entstehen in sie gelegt hat. Der Mensch führt zunächst durch seine chemische Handhabung der Körper, jenen Zustand der weitmöglichsten

Zertheilung der Stoffe herbei, durch Hitze, durch Auflösung, wobei die kleinsten Theile derselben eine Freiheit des eigenthümlichen Bewegens — der Anziehung und Abstoßung in noch viel höherem Maaße erhalten, als in den vorhin beschriebenen Versuchen mit fein zertheilten Stäubchen. Was ist aber all diese Zerlegung in kleinere Theile, die wir durch mechanische Kräfte so wie durch Auflösung, etwa eines Salzes in Wasser, herbeiführen können, gegen jene eigentliche Zertheilung in die Uranfänge oder Atome, welche bei der wirklichen chemischen Verbindung der Grundstoffe stattfindet! Hier sind nur selten bei dem einen oder andern Grundstoff mehrere Atome beisammen geblieben, so daß etwa zwei derselben mit einem Atom der andern Art sich zusammengefügt haben; viel öfter sind die Uranfänge der einen durch die der andern Art gänzlich von einander losgetrennt und geschieden, wie im Großen an einer Voltaischen Säule zwischen je zwei Kupferscheiben eine Scheibe von Zink geordnet ist. Diese gänzliche Auseinandersonderung der Atome in ihren chemischen Verbindungen ist auch der Grund, weßhalb ein Stoff, der mit einem andern vereint war, in dem Augenblick, wo ihm das zugesellte Element durch einen andern Stoff, der auf dieses eine stärkere Anziehungskraft hat, entrissen, und wo er mithin aus seiner Gebundenheit frei wird, so viel leichter Vereinigungen eingeht, zu denen er sonst nur wenig Neigung hat. Das so eben aus seiner Verbindung mit dem Sauerstoff oder mit dem Chlor heraustretende Wasserstoffgas, irgend ein, aus seiner chemischen Auflösung zu Boden gefällter festerer, metallischer oder nicht metallischer Stoff, das so eben frei werdende Sauerstoffgas, der bei der Zersetzung eines organischen Körpers sich entbindende Stickstoff (nach S. 228) zeigen ein Vermögen, andere Stoffe in sich aufzunehmen und mit Elementen in ein polarisch ergänzendes Verhältniß zu treten, was sie unter andern Verhältnissen nur in unvollkommenem Maaße besitzen. Außer

dem, daß ihnen die Sonderung in die Uranfänge ihrer kleinsten Theile eine vorzügliche Freiheit des Bewegens, in anziehender und abstoßender Richtung ertheilt, scheinen sie dann auch noch in jener polarischen Spannung sich zu finden, welche die Ursache ihrer Zusammengesellung mit dem Stoffe war, aus welchem sie jetzt, einer fremden Gewalt weichend, ausscheiden mußten.

Was aber diese polarische Spannung selber und ihre Aeußerungen betrifft, so scheint diese auf ähnliche Weise in ihrer Kraft und Wirksamkeit erhalten und gesteigert zu werden wie die Polarität und die anziehende so wie abstoßende Kraft der einzelnen Magnetnadeln. Es ist weniger als eine eigenthümlich diesen Nadeln inwohnende, selbstständig bewegende Kraft denn als ein Mitbewegen zu betrachten, welches aus einem allgemeinen, höheren, die ganze irdische Körperwelt durchwirkenden Bewegen der magnetisch-elektrischen Erdpolarität seinen Ursprung nimmt. Eben so scheint selbst die polarische Spannung, welche die wechselseitige Anziehung und Verbindung, so wie die Trennung der Uranfänge oder Atome der Körper bewirkt, einen allgemeinen, weltgebäudlichen (kosmischen) Grund zu haben, während die Seele, die in den Pflanzen und Thieren den Leib bildet, so wie Empfindung und Bewegung wirkt, nicht zunächst ein allgemeiner und äußerer, sondern ein besonderer und innerer Grund solcher chemischer Verbindungen und Scheidungen ist, dergleichen die Kunst des Menschen niemals nachmachen kann. Denn obgleich wir wissen, in wie viel Gewichtstheile von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff das Oel, das Gummi und der Zucker, oder, wenn wir hin und wieder noch den Stickstoff hinzunehmen, das Mehl, der Wein und andere solche Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreich sich zerlegen lassen, wie viel Prozente des Stickstoffs noch im Fleisch und andern thierischen Stoffen zu jenen Elementen hinzukommen, sind wir doch in keiner Weise vermögend, aus der genau nach den Recepten einer sol-

chen chemischen Zergliederung veranstalteten Mischung, weder durch Kälte noch durch Hitze einen Zucker, einen Wein, ein Brodmehl oder Fleisch hervorzubringen, denn an die Stelle der allgemeinen, bildenden und gestaltenden Naturkraft ist im lebenden Körper die Seele getreten, welche nicht an das Gesetz der stöchiometrisch-chemischen Verhältnisse der Grundstoffe, das in der unbeseelten Natur seine unumschränkte Gültigkeit hat, gebunden, sondern von diesem Gesetz freigelassen ist. Doch diese Betrachtung fällt nicht in die Gränzen des eigentlichen Gebietes der Naturlehre, wohl aber eine andere, die uns auch in ihrer Weise die Gränzen kennen lehrt, in welche die menschliche Kunst und Wissenschaft, wo sie mit den bildenden Kräften der Natur wetteifern will, eingeschlossen ist.

59. Der Zustand der Gestaltlosigkeit (Amorphismus) und der Gestaltung (Krystallisation) der Stoffe.

Unter den binären Verbindungen der eigentlichen Grundstoffe steht das Wasser in ganz eigenthümlicher Weise da; es ist weder Säure noch Basis, kann jedoch in seinem Verhalten gegen andere Grundstoffe und ihre Verbindungen bald die Stelle der einen oder der andern vertreten. Eben so ist auch das Wasser in seiner tropfbar flüssigen wie in der dampfartigen Form vollkommen gestaltlos; erst dann, wenn es durch die Kälte zu Eis und Schnee erstarrt, nimmt es eine regelmäßige, krystallinische Gestaltung an.

Auch die andern Grundstoffe und ihre Verbindungen, in soweit ihre einzelnen Theile einer Auseinanderlegung durch das Wasser, einer Auflösung in diesem fähig sind, nehmen, so lange sie in einer überschüssigen und unbestimmten Menge des Wassers flüssig oder breiartig aufgelöst sind, an dem gestaltlosen Zustand desselben Theil; auch sie sind dann formlos oder amorph. Wenn der gemeine, kohlensaure Kalkstein durch die Glühhitze seiner Kohlensäure, wenn das Fraueneis oder

der Alabaster (schwefelsaurer Gyps) durch dieselbe Ursache ihres Gehaltes an Wasser beraubt wurden, dann ziehen sie dieses verlorene Element in Ueberfülle an sich und werden zuerst und zunächst amorph. Wenn der Demant in dem Brennpunkt eines Brennspiegels oder in der Gluthhitze des Neumannischen Knallgebläses mit dem Sauerstoffgas zur Kohlensäure sich verbunden hat, dann ist ihm seine krystallinische Form mit allen Eigenschaften ihres Zusammenhaltes verloren gegangen; er ist gestaltlos geworden.

Namentlich bei den chemischen Verbindungen des zweiten Grades, die zwischen Laugensalzen oder laugensalzähnlichen Erden und Säuren statt finden, vor allem bei den eigentlich sogenannten Salzen, darf nur durch Austrocknen oder durch Verdampfen das überflüssige Wasser, das als Auflösungsmittel die einzelnen Theile von einander gesondert hielt, entfernt werden, um alsobald einer krystallinischen Zusammenfügung und Gestaltung dieser Theile Raum zu geben: die Salze schießen dann mehr oder minder in deutlich erkennbaren Krystallen an. Andere Verbindungen dagegen halten das auflösende Wasser, das seine Gestaltlosigkeit ihnen mittheilt, so fest mit ihren Theilen vereint, oder diese Theile haben für sich selber einen so schwachen Zug zur wechselseitigen Vereinigung und Zusammenfügung, daß wir kein Mittel kennen, durch das sie aus dem formlosen in den krystallinischen Zustand hinübergeführt werden könnten. Denn obgleich wir, wie bereits erwähnt, es wissen, daß der Graphit (das Reißblei), ja selbst die gemeine Kohle denselben Grundstoff enthalten, aus welchem der Demant besteht; obgleich wir in dem feurig glänzenden Rubin und Sapphir keinen andern wesentlichen Bestandtheil auffinden können, als die Thonerde, welche in unermeßlicher Menge unter dem Gemisch der andern zerstörten und aufgelösten Steinarten der Erdoberfläche gefunden wird; obgleich alle die Grundstoffe, aus denen der Smaragd, der Topas

und hunderterlei andere feste, schön krystallinische Gesteine zusammengesetzt sind, uns zu Gebote stehen, fehlt uns dennoch die Geschicklichkeit, aus den reichlich vorhandenen Stoffen ein solches Werk der Natur nachzumachen.

Uebrigens liegen uns viele Erscheinungen vor Augen, aus denen wir lernen können, worin der Unterschied und die eigenthümliche Beschaffenheit des formlosen und des krystallinischen Zustandes der chemischen Verbindungen bestehe. Jeder durch die Wärme flüssig oder dampfförmig gewordene, jeder in Auflösung begriffene Körper ist formlos, und muß dieß immer seyn, wenn er eine chemische Verbindung eingehen, oder wenn er einem lebenden Wesen, einer Pflanze, einem Thier zum Nahrungsmittel werden soll. Der gestaltlose oder amorphe Zustand ist nicht immer ein flüssiger oder breiartig weicher, halbflüssiger, sondern öfters auch ein fester, obgleich die Körper, die sich in diesem Zustand befinden, meist an Härte und Festigkeit den krystallinischen Gebilden von der gleichen chemischen Zusammensetzung weit nachstehen. So ist das Glas ein amorpher Körper; der Opal ist nichts Anderes als amorphe Kieselerde, welche in unbestimmter Menge mit Wasser verbunden ist. Denn wie wir oben Capitel 37 sahen, läßt sich die reine Kieselerde unter gewissen Umständen in gallertartiger Form aus ihrer Auflösung niederschlagen, und auch dann, wenn diese Gallert durch Austrocknen fest wird, behält sie noch Wasser in ihrer Mischung zurück, dessen Menge durchaus in keinem stöchiometrischen Verhältniß mit der Kieselerde steht. Auch der Obsidian, der Pechstein, Perlstein, Bimsstein sind gestaltlose Gebilde, in denen die Kieselerde in vorwaltender Menge vorhanden, zugleich aber mit Thonerde, Kali, Natron, auch zum Theil mit etwas Kalkerde vermischt ist. Dagegen bestehen der Jaspis, der Hornstein und der gemeine, dichte Kalkstein, obgleich sie unsrem Auge als gestaltlos

erscheinen, dennoch aus einer krystallinischen Kieselerde oder kohlensaurer Kalkerde, und zuweilen läßt sich noch unter dem Vergrößerungsglas diese krystallinische Beschaffenheit der einzelnen Theilchen unterscheiden. Im Chalcedon, Chrysopras, Carneol und selbst im Feuerstein findet sich die Kieselerde in einem Mittelzustand, den man weder vollkommen krystallinisch, noch auch ganz gestaltlos nennen kann; zuweilen sind amorphe Partieen mit krystallinischen untermengt.

Wenn der kohlensaure Kalk aus seiner Auflösung niedergeschlagen wird, dann ist er von lockerer, gleichsam aufgeblähter Beschaffenheit; so bald er aber das zwischen seinen Theilen enthaltene Wasser, welches in keinem stöchiometrischen Verhältniß zu seiner Mischung steht, ausgestoßen hat, und nun zu einem krystallinischen Pulver sich gestaltet, dann zieht er sich in einen viel engern Raum zusammen. Das Gleiche geschieht mit allen Stoffen und ihren chemischen Verbindungen, wenn sie aus dem amorphen Zustand in den krystallinischen übergehen. Ihre einzelnen Theile schließen sich inniger und dabei auch nach einer fest bestimmten Ordnung an einander; mit der durch ihre ganze Masse sich erstreckenden regelmäßigen Gestaltung erhalten sie zugleich größere Härte, festeren Zusammenhalt, und, weil sie einen kleineren Raum einnehmen als im gestaltlosen Zustand, auch ein größeres Eigengewicht. Denn so beträgt das Eigengewicht der krystallinischen Kieselerde im Vergleich zum Wasser um ein Fünftel mehr als das Eigengewicht des Opals, der eine amorphe Kieselerde ist; das des Graphits ist wenigstens um ein Drittel geringer als das des Demants, und zwischen der Bergmilch, welche ein gestaltloser kohlensaurer Kalk ist, und dem krystallinischen Kalkstein ist der Unterschied der Eigengewichte noch viel bedeutender.

Die chemische so wie die krystallinische Anziehung und Zusammenfügung der Theile sind hiernach dennoch

etwas Verschiedenes. Wenn der aufgelöste Aezkalk sich mit der Kohlensäure verbindet, wirkt allerdings eine durch die ganze Masse gehende polarische Anziehung der Atome des einen gegen die des andern Elementes; aber erst durch eine Polarisation des höheren Grades kann eine solche Zusammenfügung der Theile bewirkt werden, aus welcher die krystallinische Gestaltung hervorgeht.

Eine solche (krystallinische) Polarisation erwacht allerdings, wie wir vorhin sahen, in manchen Stoffen, wenn sie durch das Erkalten aus dem dampfartigen oder flüssigen Zustand wieder in den festen zurücksinken, von selber. Metalle, die in der Hitze geschmolzen und hierdurch formlos geworden waren, erhalten beim Erstarren, wie das gefrierende Wasser, krystallinisches Gefüge; der dampfförmige Schwefel setzt sich an den vulkanischen Kratern krystallinisch an, und mehrere andere Stoffe erfahren beim Erkalten eine ähnliche Formverwandlung. Auch die elektromagnetische Strömung, vor Allem die polarische Wechselwirkung der Enden einer starken Volta'schen Säule, zeigen sich vermögend, den gestaltlosen Elementen jene polarische Spannung ihrer Theile zu geben, welche zur regelmäßigen Gestaltung führt. Wenn wir jedoch die Massen der Gebirgsgesteine betrachten, aus denen unsere feste Erdrinde gebildet ist, und in deren Gesammtumriß wie in den einzelnen Stücken sich großentheils eine wundervoll regelmäßige Anordnung und Gestaltung kund gibt, dann erkennen wir deutlich, daß bei dem Entstehen der Erdveste Kräfte gewirkt haben müssen, von denen unsere Naturlehre nur einige schwache Regungen oder nur von fern ähnlich aussehende Erscheinungsformen kennt. Kräfte, welche in ihrer Wirksamkeit eben so hoch über denen selbst einer vulkanischen Gluth, so wie unsrer Volta'schen Säulen und über allen Geschicklichkeiten unsrer chemischen Kunst erhaben standen, als die Kraft des Lebens, die den Leib des Thieres und der Pflanze bildet, über dem Reich der

stöchiometrischen Gesetze, die über den leblosen Stoffen walten. Wie die Lebenskraft, als höher stehende Einheit, auf einmal das ganze Werk ihrer leiblichen Gestaltung nach all seinen einzelnen Theilen umfaßt, so muß auch, dieß bezeugt die Gesammtanordnung der Massen, die bildende Kraft, welche diesen Massen ihre Gestaltung gab, eine allumfassende, alldurchdringende gewesen seyn. Wir wollen diesen Gegenstand noch in dem nächsten Abschnitt in nähere Betrachtung nehmen.

III. Die Lehre von der Erdbildung oder Geogonie und Geologie.

1. Eine Abkürzung des Raumes und der Zeit.

Wer noch vor wenigen Jahrzehnten die Behauptung ausgesprochen hätte, daß es möglich seyn müsse, zu Lande mit aller Bequemlichkeit im Wagen sitzend, Reisen in wenigen Stunden zurückzulegen, wozu man damals mehrere Tage nöthig hatte, und zwar ohne ein Pferd oder andres Zugthier dabei zu gebrauchen, der würde wahrscheinlich nur als ein Träumer verlacht worden seyn. Den Wasserdampf hatte man freilich aus jedem siedenden Topf oder Kessel aufsteigen sehen und sein tropfenweises Zusammengerinnen an der kalten Wand bemerkt; aber Jahrtausende lang hatte kein Beobachter der Natur daran gedacht, daß dieser aufsteigende Dunst ein Mittel werden könne, Lasten des Wassers und der Steine emporzuheben, Schiffe ohne Wind und Segel, Fuhrwerke, in denen Hunderte von Reisenden gesellig beisammen sitzen, ohne Hülfe eines einzigen Zugthieres, so schnell, als ein Vogel fliegt, über das Meer oder das Land zu führen. Die Anwendung des Dampfes hat dem jetzt lebenden Menschengeschlecht im Vergleich mit den früheren Geschlechtern eine Ersparung an Zeit und Kräften gewährt, deren Folgen sich kaum berechnen lassen; die Ausdehnungen des Raumes sind wie abgekürzt worden.

Eine andre, in ihrer Art noch ungeheurere Abkürzung des Raumes und Auflösung seiner Schranken hat uns schon früher die Erfindung der Fernröhre, vornehmlich der astronomischen, gebracht. Welchen Eindruck das Strahlenbild eines Sternes am Himmel auf das blose Auge mache, das hatten schon die ältesten Bewohner der Erde erfahren; bis zu welchem Maaße sich aber dieser Ein=

druck verstärken lasse, wenn statt eines Lichtstrahlstroms auf einmal tausend solche Ströme auf einen Punkt vereint zum Auge kämen, das hatten selbst die größten Mathematiker des Alterthumes nicht geahnet. Durch das Fernrohr werden unserem Auge die Räume des Himmels, welche unsere Erde von andern Weltkörpern scheiden, um viele hundert, ja um tausend Mal verkürzt; auf der Erde selber wird uns ein Thurm, welcher einige Meilen weit entfernt ist, bis auf die Weite eines Steinwurfes nahe gerückt.

Wenn man aus den Berichten der älteren Zeiten erfährt, in welch mühsamer langwieriger Weise man damals das Gold und das Silber von den unedlen Metallen, damit jene vermischt waren, abscheiden mußte, und wie unvollkommen dennoch dieser Zweck gelungen sey, und wenn man dagegen erwägt, wie leicht, in wie kurzer Zeit und wie vollständig die Scheidekunst der jetzigen Zeit das Gold wie das Silber und ein anderes mit ihnen vermischtes Metall von einander sondert; wenn man beachtet, welcher ungemeine Aufwand von Zeit und Mitteln in unsern Tagen schon durch die Anwendung der Schwefelsäure und des Chlors erspart und vermieden wird, dann sieht man auch hierbei Dinge möglich geworden, die den tüchtigsten Bergleuten und Chemikern des 17ten Jahrhunderts ganz unmöglich erschienen wären. Wer hätte sich noch vor wenig Jahrzehnten eine Gluthhitze denken können, durch welche die strengflüssigsten Metalle ohne Anwendung des Brennspiegels, ohne ein Kohlenfeuer oder andre Flamme der Art in wenigen Secunden zum Schmelzen gebracht werden könnten; einer Gluthhitze, die sich dadurch erregen lasse, daß man zwei kalte Metallplatten, dann einen Lappen mit einer kalten Salzauflösung getränkt, dann wieder ein ähnliches Paar von Metallplatten und abermals einen nassen Lappen, und so noch mehrere über einander legte, hernach aber, ohne im Mindesten daran zu reiben oder sonst etwas damit zu thun, sie ruhig sich selber überließe. Und dennoch stellt, wie wir im 17. Cap. sahen, jede Volta'sche Säule

oder jeder Tragapparat aus Metallplattenpaaren und Säure einen solchen durch lauter kaltes Material geheizten Feuerherd dar, durch dessen elektrische Polarströmungen Dinge geleistet werden, von denen die Naturlehre eines früheren Menschenalters nichts wußte. Hätte man einem Scheidekünstler des vorigen Jahrhunderts einige jener merkwürdigen Zerlegungen, namentlich mancher Erden oder anderer metallischer Verbindungen genannt und ihn gefragt, auf welche Weise er dieselben für ausführbar halte, er würde vielleicht auf ein tagelanges Rösten, dann Zerpulvern, dann abermaliges langfortgesetztes Glühen mit Stoffen von verschiedener Art, Auflösungen, Niederfällung und Sublimation gerathen haben, während die kaum bemerkbare Entladung der Polardrähte einer Volta'schen Säule die vieltägigen Mühen, an welche der Scheidekünstler dachte, der vom Voltaismus noch keinen Begriff hatte, zu dem Werk einiger wenigen Minuten oder Secunden macht. Bei dem gewaltig schnellen Flug der Entwicklung, welchen die Naturlehre in unsern Tagen nimmt, wobei eine große, an Folgen reiche Entdeckung auf die andere kommt, ist es nicht unwahrscheinlich, daß ein nächstkünftiges Jahrhundert im Gebiete der Körperlehre Zersetzungen, Verbindungen, so wie Umgestaltungen kennen lernt, von denen wir noch keine Ahnung haben; daß Mittel und Kraftäußerungen der Natur in die Hand des Menschen kommen, wodurch dieser Werke, die noch immer für uns ein Bemühen vieler Tage, einen Aufwand vieler Zwischenmittel erfordern, mit Leichtigkeit in wenig Minuten vollenden wird. Es ist ein Vorrecht, welches der Mensch schon nach der Gestaltung und Einrichtung seines Leibes vor allen lebendigen Wesen seiner Erde hat, daß seine Seele mit ihrem Vermögen, zu empfinden, zu bewegen, mit der Kraft ihres Willens, den ganzen Leib bis zu seinen äußersten Enden, bis zu den Fingern der Hände, bis zur Zunge, zu den Zehen der Füße, zu den Muskeln des Angesichtes durchdringt. Welche Beweglich-

keit, als Ausdruck aller Gefühle, zeigt sich nur in den Fingern eines geübten Klavierspielers; welche Thaten des Geistes kann die Zunge, deren Bewegungen schneller sind als die der bewundertsten Rennpferde oder des fliegenden Adlers, in wenig Minuten vollbringen! Man kann sagen, es liegt in dieser Durchdrungenheit und Durchdringbarkeit unseres Leibes von den Kräften der Seele und des Geistes selbst ein naturhistorischer Beweis für die Wahrheit der Lehre von der Wiederbringung, von der Auferstehung des Leibes. Nun, in ähnlicher Weise, obwohl nach einem weiteren Umfang als dem eigenen Leib, wird der erkennende und bewegende Geist des Menschen auch die Sichtbarkeit, welche ihn umgibt, die irdische Natur, mit all ihren Stoffen und Kräften immer mehr und tiefer durchdringen. Er war zum Herrscher derselben bestimmt und wird allmählig von diesem Herrscherrecht wieder Besitz nehmen, wenn er sich selber die Sonne nicht verdunkelt, deren Strahlen zu dem Werk seiner Hände das nöthige Licht geben. Vorboten, vielleicht nur nach geringem Maaßstabe, von dem, was nahekünftig seyn mag, sind solche Entdeckungen wie die des Elektromagnetismus, aus denen hervorgeht, daß elektrische Strömungen in gewisser Richtung um ein hufeisenförmig gestaltetes, weiches Eisen geleitet, in diesem die magnetische Polarität wecken (nach Cap. 18), so wie die schon früheren, daß die elektrischen Strömungen für sich allein ein unversiegbarer Quell der Wärme werden können. Der Mensch theilt einem elektromagnetischen Apparat durch seine Hand eine kleine, drehende Bewegung mit, und er kann mittelst eines Verbindungsdrahtes, der die elektrische Strömung leitet, in demselben Augenblick seine Gedanken in Buchstaben und Worten ausgedrückt, einem andern Menschen mittheilen, welcher durch ganze, weite Länderstriche von ihm getrennt lebt. Dieses ist eine Durchdringung der Körperwelt durch den Geist und Willen des Menschen, eine nicht nur Abkürzung, sondern gänzliche Aufhebung der weit ausgedehnten Maaße

der Zeit und des Raumes, welche kein Weiser des Alterthums für den Menschen, so lange dieser in dem Leib aus Erde befangen ist, würde für erreichbar gehalten haben.

Nur noch an eine hieher gehörige Erfindung der neueren Zeit wollen wir uns bei dieser Gelegenheit erinnern; das ist die des Daguerreotyps. Der Verfasser dieses Büchleins sah vor etlichen Jahren eine Silberplatte, auf welcher der Einzug des jetzt regierenden Kaisers Ferdinand von Oesterreich in Linz dargestellt war. Man sah da, außer dem zu Pferde sitzenden Kaiser und seinem ihn begleitenden Hofstaat, Tausende von Köpfen der neugierig theilnehmenden Zuschauer, die auf dem freien Platze,bei einem schönen Brunnen, zum Theil in einer Allee, den Einzug betrachteten, auch aus allen Fenstern der umstehenden Häuser schauten Menschen heraus. Das Ganze war ein Bild von ungemein reich zusammengedrängtem Inhalt und von so sauberer, genauer Ausführung, daß jeder Ziegel auf dem Dache, jeder Zug der einzelnen, im Vordergrund stehenden Angesichter, jede Feder auf dem Hute der Damen zu unterscheiden war. Hätte man vor Erfindung des Daguerreotyps einem kunstverständigen und kunstfertigen Manne diese Platte gezeigt und ihn gefragt, wie lange er meine, daß der, welcher dieß Kunstwerk fertigte, an seiner Arbeit gesessen sey, er würde ohne langes Bedenken auf sechs bis acht Monate gerathen haben und Jeder, dem die Wirkungen des Daguerreotyps noch unbekannt sind, würde, in Erwägung der bewundernswürdigen Genauigkeit und Treue, mit welcher jeder der vielen Millionen Grundzüge des Bildes ausgeführt ist, denselben Schluß machen. Wir aber würden ihm antworten: nein, mein Freund, so lange hat der Künstler, der dieß machte, nicht zu seiner Arbeit gebraucht, sondern kaum so viele Secunden, als nach deiner Schätzung ein gewöhnlicher Künstler Wochen dazu bedurft hätte. Und noch dazu hat der Autor dieses Werkes weder Hände noch Füße, noch sonst Etwas, das man mit Händen greifen kann; es ist nichts Anderes

als der Lichtstrahl, der in einem Augenblick das schafft, was der Grabstichel in den Fingern des fleißigsten Künstlers kaum in Monaten, ja in Jahren, mit solcher Genauigkeit nachbilden könnte.

2. Die Aeonen der Erdkörperbildung.

Jene Gelehrten, welche sich mit der sogenannten Erdbildungskunde oder Geogonie und Geologie beschäftigen, sprechen, wenn sie nach ihrem Ermessen von dem Entstehen unseres Erdkörpers oder vielmehr den festen Massen seiner Oberfläche Rechenschaft geben wollen, — denn diese allein kennen wir ja, — von Hunderten, ja von Tausenden der Jahrtausende, welche vergangen seyn müßten seit dem Auftreten der ersten und vermuthlich ältesten Gebirgsmassen und jener lebendigen Wesen, deren Ueberreste in manchen von ihnen eingeschlossen sind, bis zu unserer jetzigen Zeit. Man kann ihnen diese Liebhaberei an ungeheuren Zahlen der Zeiträume gern zu Gute halten, doch muß man sich unwillkürlich dabei an Das erinnern, was wir im vorhergehenden Capitel von dem Erkenntnißkreis der Bergleute und Scheidekünstler eines früheren Jahrhunderts im Vergleich zu dem Erkenntnißkreis der heutigen Naturlehre oder von den Wirkungen des Daguerreotypes sagten. Gegen die Physiker und Chemiker einer, vielleicht nicht mehr fernkünftigen Zeit, stehen wir mit unserem Urtheil über die Ursachen und den inneren Vorgang mancher Naturerscheinungen vielleicht ebenso sehr als Anfänger da, wie die trefflichen Schmelzhüttenleute und Metallscheidekünstler des 17. Jahrhunderts, so wie die Zeichner der Landschaften vor Erfindung des Daguerreotypes, gegen uns. In dem kleinen, engbegränzten Kreise unserer chemischen und physikalischen Versuche hat man einsehen lernen, daß es Kräfte und Mittel gebe, aus der vormaligen Arbeit vieler Stunden, Tage und selbst Monate das Werk etlicher Minuten oder Secunden zu machen; es gibt aber wohl noch andere Kräfte als die, welche wir bisher zu

handhaben gelernt haben, unter deren Walten unsere mühsam ersonnenen Jahrtausende mit all der Aufeinanderfolge ihrer Entwicklungen sich auflösen und verkürzen könnten in den Verlauf und die Entwicklungsgeschichte sogar einzelner Tage.

Wenn man durch ein Sonnenmikroskop von stark vergrößernder Kraft dem Anschießen der Krystalle und der ganzen Reihen solcher kleinen Krystalle zusieht, die sich in wenig Augenblicken aus einer Salzauflösung erzeugen, mit der man einen Körper befeuchtet hat, auf welchem das Wasser schnell verdunstet, dann kann sich eine regsame Einbildungskraft leicht aus diesem zwergartig kleinen Kreise hinübergezogen fühlen in jenen unermeßbar viel größeren, darin die Geschichte der Gestaltung unserer Gebirge mit ihren weithin ausstrahlenden Zweigen geschlossen war. Es ist hier, der räumlichen Ausdehnung nach, das Umgekehrte von dem geschehen, was die Phantasie unserer Geologen sich verschafft; in wenigen Minuten hat sich in der Zusammenordnung der Salzstäubchen das nachgebildet und nachgemacht, was, wie wir meinten, bei dem Entstehen unserer Urgebirgsrücken in Jahrtausenden sich verwirklichte. Man bedarf keines Sonnenmikroskopes, um schon mit unbewaffnetem Auge an einer von Wasserdunst angelaufenen Fensterscheibe, auf welche der Winterfrost von außen einwirkt, das augenblicklich schnelle Fortschreiten einer festen Gestaltung aus dem flüssigen Zustand zu sehen. Eine gesättigte Salzauflösung kann sich lange Zeit in ihrer flüssigen Form erhalten haben; da läßt man einen schon gebildeten Krystall desselben Salzes hineinfallen, oder eine leise Erschütterung rührt das Glas an, und alsbald gestaltet sich der größere Theil der noch formlosen Masse zu Krystallen. Wie ein kleiner Schneeballen, der auf dem Gipfel eines Hochgebirges vielleicht unter dem Fußtritt einer Gemse sich gebildet hatte, im Verlauf seines Hinabsturzes immer schneller und weiter um sich her die ruhenden Schneemassen mit sich fortreißt und so zur Alles verheerenden

Lawine wird, so nehmen auch die Vorgänge einer Gestaltung oder Zersetzung, von einem Anfangspunkte ausgehend, immer eilender und weiter ihren Verlauf. Und dennoch, was ist ein solches, wenn auch noch so schnelles und mächtiges Fortwirken einer Bewegung, die von leiblichen Anfängen ausgeht, gegen die alldurchdringende Wirksamkeit der Seele, in der Bildung und Bewegung ihrer Glieder, gegen die fast gedankenschnelle Mittheilung der geistigen Ansprache, die schon jetzt ein leiblich lebender Mensch an den andern durch den öfter erwähnten elektrischen Telegraphen ergehen lassen kann! Und was ist wiederum dieses Vermögen gegen die Macht der Gedanken unseres Geistes selber, die in einem Augenblick alle ihrer Erkenntniß offenbar gewordenen Höhen und Tiefen der Werke Gottes, alle Zeiträume der Geschichte des eigenen Lebens, wie ganzer Völker durchdringt!

An der allgemeinen Schwere lernten wir im ersten Capitel des ersten Abschnittes eine Kraft kennen, welche in einem Nu und in fortwährender Andauer alle Gebiete des Weltgebäudes, alle Theile der Körperwelt durchdringt; sie ist dennoch nur eine mittelbare Wirkung der Schöpferkraft, welche Alles hält und trägt mit ihrem allmächtigen Worte. Diese allbewegende Macht zeigt uns selbst an den Massen der Körperwelt, was ein Gedanke des Schöpfers sey und wirke; daß ein solcher Gedanke, nicht wie der des Menschengeistes, wenn dieser auf etwas sinnt, was außer seinem eigenen Gebiete liegt, thatlos, sondern wie er die That selber sey, nach allen Höhen und Tiefen der Schöpfung hin. Es mag deßhalb immerhin als ein bedenkliches und gewagtes Unternehmen erscheinen, wenn wir, von dem Standpunkt unserer wissenschaftlichen Erfahrungen aus, der Schöpferkraft, durch deren Wort die Erdveste gebildet ward, Zeiträume unserer Jahre, Jahrhunderte und Tausende der Jahrtausende zumessen und andichten wollen: wir wissen hierüber Nichts als das Eine: daß tausend Jahre vor Ihm, unserem Schöpfer, sind, wie ein Tag, der gestern vergangen ist.

3. Forschungen und Vermuthungen des Menschen über das Innere seines Planeten.

Was wir von unserem Erdkörper kennen und mit den Augen zu sehen, mit den Händen zu greifen vermögen, das sind zunächst nur die festen und flüssigen Gebilde seiner äußern Rinde, so wie der Luftkreis, der sich in mächtiger Höhe um ihn herumzieht. Die fleißigen Bergleute bei Kuttenberg in Böhmen haben in älterer Zeit einen Bergschacht bis zu einer Tiefe von 3045 Fuß in die Felsenmassen hinabgegraben, der aber schon längst nicht mehr fahrbar ist; in Tyrol bei Kitzbühl gab es einen Schacht von 2916 Fuß Tiefe, und am Harz geht der Bergbau in der Grube Samson noch jetzt 2082 Fuß weit hinabwärts. In China hat man schon seit alter Zeit eine Entdeckung gemacht, auf welche man in Europa erst viel später gekommen ist, nämlich die, daß sich aus der Gegend der Salzlager, wenn man zu diesen hinabbohrt oder gräbt, eine Menge brennbarer Luft (meist Kohlenwasserstoffgas) entwickle, deren man sich unmittelbar oben, wo man sie auffängt, als eines Feuerungsmateriales zum Einsieden des Salzes bedienen kann. Darum hat man in jenem Lande sogenannte Feuerbrunnen angelegt, die zum Theil eine Tiefe von 3000 Fuß erreichen. Auch die Bohrlöcher unserer Artesischen (Artoisschen) Brunnen sind zum Theil mehrere tausend (das zu Tour über 3000) Fuß weit hinabgeführt und man hat aus den kleinen Proben, welche der Bohrer heraufstieß, die Gestein- und Erdarten kennen gelernt, welche von dem Bohrloch durchsenkt worden waren. Noch um ein Bedeutendes tiefer als durch solche mühsame Werke ist der forschende Menschengeist mittelbar durch anderweitige Beobachtungen in die Oberfläche seines Erdkörpers eingedrungen. Man weiß nämlich, daß die Steinkohlenlager, die sich in manchen Gebirgen zum Theil als horizontal fortlaufende Einschichtungen zwischen den andern Gebirgsarten hinziehen, öfters eine abwärts oder

aufwärts gehende Krümmung annehmen, besonders da, wo sie bei ihrer anfänglichen Ablagerung eine muldenförmige Eintiefung der damaligen festen Erdoberfläche ausgefüllt haben. Oefters gibt es eine Menge solcher Lager übereinander, welche durch Lager von thoniger oder sandsteinartiger Beschaffenheit von einander geschieden sind und durch die Grade ihrer Mächtigkeit, so wie durch andere begleitende Umstände sich unterscheiden lassen. War die Mulde nicht sehr tief, dann kann der Bergbau solchen Lagern bei ihren Krümmungen folgen, mit diesen hinab und auf der andern Seite wieder hinansteigen, zuweilen aber, wenn sich dieselben zu weit hinabsenken, muß er von dieser Begleitung abstehen und kann sie erst da wieder mit seinen Bergschachten erreichen, wo sie an dem jenseitigen Saume der Mulde von Neuem emporsteigen. In solchen Fällen läßt es sich aus dem Winkel, unter dem das Lager sich senkt und erhebt, so wie aus dem Abstand des einen Randes der rundlich eingetieften Mulde mit großer Wahrscheinlichkeit berechnen, wie weit der tiefste Punkt, bis zu welchem das Lager sich hinabbeugte, von der Oberfläche der Erde und vom Meeresspiegel entfernt seyn möge; und so hat man gefunden, daß eine Steinkohlenmulde bei Mons 5400 Fuß tief sey, ja ein Steinkohlenflötz bei Duttweiler kommt nach vorhergegangener Senkung wieder aus einer Tiefe herauf, welche fast eine Meile (20656 pariser Fuß) unter dem Meeresspiegel betragen muß. Die höchsten Gipfel des Himalayagebirges erheben sich mehr denn eine Meile über das Niveau des Meeres, man kann daher sagen, daß der Blick des Menschen mittelbar oder unmittelbar ein Stück der äußeren Erdrinde umfasse, das gegen 45000 Fuß von oben nach unten geht, was ohngefähr dem 435. Theil des Halbmessers unseres Planeten gleichkommt.

Auch noch in anderer Art hat man Gelegenheit gefunden, Vermuthungen über die Beschaffenheit jenes Innern der Erde aufzustellen, zu welchen unsere Wahr-

nehmungen nicht hinabdringen können. Aus der Kraft, mit welcher ein aus ganz gleichartiger Masse gebildeter Granitfels das schwebende Bleiloth von der Richtung hinwegzieht, welche ihm die anziehende Schwerkraft der Erde ertheilt, hat man, indem der Raumumfang des Felsen, dessen Eigengewicht und Masse bekannt waren, mit der Masse der Erde verglich, berechnet, daß die mittlere Dichtigkeit der Erdkugel gegen fünfmal größer seyn müsse als die des Wassers. Dieser Grad der Dichtigkeit oder des Eigengewichtes kommt jenem gleich, den man an dem Magneteisenstein, so wie an den Eisenoxyden beobachtet, und allerdings ist es nicht unwahrscheinlich, daß das Hauptmetall der Erde, welches an der Oberfläche der Erde in mächtigen, weit verbreiteten Massen und in allen Gebieten ihrer Körperwelt gefunden wird, auch im tieferen Innern derselben als ein Hauptbestandtheil vorkommen möge.

4. Die Wärme der Erdtiefe.

In unsern Kellern, so wie in den Bergschachten bleibt, bis zu einer gewissen Tiefe hinab, die Temperatur das ganze Jahr hindurch ganz, oder doch so nahe die gleiche, daß sie durch die Wärme des Sommers nur um wenige Grade erhöht, durch die Kälte des Winters nur wenig erniedrigt wird. Diese Temperatur der Höhlen und tiefen Keller ist die mittlere Temperatur des ganzen Jahres an dem Orte, wo der Keller oder die Höhle sich befinden, und denselben Wärmegrad haben auch die Quellen derselben Gegend. Deßhalb sind nicht alle Höhlen, bei übrigens gleichen Tiefen, nicht alle Quellen gleich warm oder kühl, sondern in den Höhlentempeln von Indien, so wie in den tieferen Grabeshöhlen von Aegypten herrscht eine Temperatur, welche der mittleren unsrer Sommermonate, in den Eintiefungen der Polargegenden eine solche, die der Temperatur unserer Wintermonate gleichkommt.

Wenn man jedoch in den verschiedensten Erdgegenden, darinnen Bergbau betrieben wird, die Temperatur der weiter hinabgehenden Tiefen beobachtet, dann überzeugt man sich häufig, daß die Wärme, je weiter man von der Erdoberfläche hinunterkommt, desto mehr sich steigere; sie wird hin und wieder selbst in unsern mittlern und in noch nördlicheren Gegenden schon in einer Tiefe von 800 bis 1000 Fuß so groß als die Tageswärme des südlichen Europa's an einem Sommermorgen. Auch das Wasser, das aus den Bohrlöchern der tieferen artesischen Brunnen hinaufdringt, hat eine Wärme, welche die mittlere Temperatur der Umgegend so weit übertrifft, daß man sich ihrer als eines Erwärmungsmittels im Winter zu verschiedenen Zwecken bedient hat. Indem man zu diesen Erfahrungen das fügte, was die tägliche Beobachtung der heißen Quellen wie der Vulkane ergibt, glaubte man sich zu dem Schlusse berechtigt, daß die Erdmasse in ihrem Innern sich in einem feuerflüssigen, geschmolzenen Zustand befinden, daß irgend eine Ursache vorhanden seyn müsse, welche dem Erdkern eine beständige Gluthhitze mittheile und erhalte.

Allerdings sind gegen die Beobachtungen und Berechnungen, welche sich auf die Temperatur der Bergschachttiefen beziehen, manche Einwendungen zu machen, die sich ebenfalls auf Erfahrungen und Berechnungen gründen, und aus welchen hervorgeht, daß die lebenden Menschen mit ihren Grubenlichtern auf das Zunehmen der Wärme einen unläugbaren Einfluß haben. Auch die heißen Quellen mögen ihre Hitze zum Theil durch chemische Verbindungen empfangen, welche in den untern Erdgegenden stattfinden, durch welche sie aufwärts steigen. Ueberdieß spricht gegen die Annahme, daß, je näher man von der ebenen Fläche der Erde hinabwärts komme nach der Erdmitte, desto größer die daselbst herrschende Hitze werde, die anerkannte Thatsache, daß auf dem Grunde des Meeres bestän-

dig eine sehr niedrige Temperatur herrscht, was durch das Hinabsinken der schwereren, von den Polen herkommenden Meeresströmungen nach der Tiefe sich nicht allein erklären läßt (m. vgl. hierzu das, was vom Sieden der Flüssigkeiten gesagt wurde auf S. 199). Auch können die geschmolzenen Massen, welche aus den Vulkanen ausströmen, nicht aus einem gemeinsamen Kessel des feuerflüssigen Innern kommen; vielmehr scheint es, daß ihre Feuererzeugnisse aus Ursachen hervorgehen, welche auf einen geringeren Umfang der Tiefe beschränkt sind, da in Gegenden, wo mehrere vulkanische Feuerschlünde in nicht sehr bedeutenden Abständen von einander vorkommen, der eine derselben öfters ganz andere Massen aus der Tiefe heraufbringt als der andere. Dennoch, nach diesem Allem bleiben eine Menge Thatsachen unerklärbare Räthsel, wenn man nicht zugeben will, daß in der festen Erdmasse selber eine Ursache der Wärmeerzeugung, unabhängig von dem Einfluß der Sonne, wirksam sey. Denn auch die Erklärung von einer Möglichkeit der Wärmezunahme in tiefen Schachten, durch die Zusammenpressung der untersten Luftschichten vom Druck der Atmosphäre, könnte wohl nur dann ausreichen, wenn die Luft, auf die der Druck wirkt, immer wieder erneut, oder immer von Neuem zusammengepreßt werden könnte, ohne daß durch die Wiederausdehnung die erzeugte Wärme eben so sehr verringert und abgekühlt würde.

Alles das, was wir von der Wärme des Erdinnern und von ihrer Zunahme nach den Tiefen der Erdveste hin wissen, kann somit freilich nicht zu dem Schlusse berechtigen, daß das Innere des Planeten in einem feuerflüssigen, glühenden Zustand sich befinde, oder daß dort der Herd eines unverlöschlichen Centralfeuers sey; wohl aber kann es uns an Manches erinnern, was wir in der vorhergehenden Uebersicht über das Gebiet der Naturlehre von einer Wärmeerzeugung ohne das gewöhnliche Feuer und ohne das Zusammentreffen mit

chemischen Verbindungen der gemeinen Art sprachen. Nicht Metalle allein, auch andere Körper, namentlich der Kohlenstoff (Cap. 17), wenn sie in solche Berührung unter sich und mit dem Wasser treten, darinnen Säuren oder Salze aufgelöst sind, können, wie die Metallplatten einer Volta'schen Säule, in eine polarische Spannung treten, welche elektromagnetische Strömungen zur Folge hat, in deren ununterbrochenem, stillem Fortgang sich Wärme entwickelt. Sollten nicht diese verschiedenartigen Ablagerungen, deren Aufeinanderfolge die Hauptmasse der Erdveste bildet, sollte nicht die ganze mächtige Rinde der Gesteinarten, die einen Kern von wahrscheinlich vorherrschend metallischer Beschaffenheit umlagert, in Wechselwirkung mit einem bekannten oder unbekannten Flüssigen der Tiefe, in derselben Weise, und in einem noch unvergleichbar, ja unermeßbar höher gesteigerten Maaße, solche Entladungen und elektromagnetische Strömungen bewirken können, dergleichen die unserer zwergartig kleinen Apparate, namentlich unserer Volta'schen Säulen sind? Seit jener Reihe von Jahrtausenden, durch welche die jetzt auf Erden wohnenden Geschlechter der Lebendigen und der Herrscher derselben, der Mensch, bestehen, hat die Wärme des Erdkörpers, wie dieß aus scharfsinnigen Berechnungen, die sich sogar auf die Dauer des Umschwunges der Erde um ihre Axe beziehen, hervorgeht, keine Verminderung erlitten; die Gluthhitze des vermeintlich feuerflüssigen Erdkernes hat sich nicht in das umgebende Gebiet des Weltenraumes zerstreut, denn diese Erzeugung der Wärme beruht ohnfehlbar auf ganz andern Ursachen, als die sind, die wir an unsern Hochöfen und chemischen Feuerherden kennen lernen. Es ist aber vormals eine nicht allmählig, sondern plötzlich eintretende Veränderung (Katastrophe) eingetreten, durch welche, wie wir weiter nachher sehen werden, die polarische Spannung der Ablagerungen der Erdveste eine andere Stimmung bekam, als die anfängliche war.

Fragen wir die jetzige Naturlehre, was denn eigentlich die Wärme sey, und wie sich dieselbe verhalte zu den Wirkungen der wechselseitigen Anziehung der Theile, aus denen die Körper bestehen, und zur alldurchdringenden Kraft der Schwere, dann werden wir schwerlich eine Antwort bekommen, die uns befriedigen könnte. Vielleicht aber, daß eine Entdeckung, ebenso groß und folgenreich, als die des Galvanismus und des Elektromagnetismus waren, nicht mehr fern ist, welche uns das Einsseyn der Wärme mit andern Naturkräften, namentlich ihr polarisch ergänzendes Verhalten zu dem Wesen der allgemeinen Haltkraft oder Schwere, ebenso unverkennbar deutlich macht, als dieß schon jetzt die innere wesentliche Uebereinstimmung zwischen Magnetismus und Elektrizität geworden ist. Dann wird uns auch die wärmende und erleuchtende Kraft der Sonne, so wie die Wärme, welche aus dem Erdinnern hervorwirkt, verständlicher werden, als sie dieß jetzt sind. Denn in wie vielen Dingen mag es uns ergehen, wie es auch den klügsten Leuten in alter Zeit, ehe man die Elektrizität und ihre Wirkungen kannte, ergangen ist, wenn sie in allerhand sinnreichen Vermuthungen und Dichtungen sich abmüheten, um das offenkundige Geheimniß eines Gewitters mit seinen Blitzen und Donner zu deuten.

5. Die Wirkung der vulkanischen Kräfte.

Das, was im Kleinen die Entladungen an unsern elektrischen Batterien bewirken, wenn sie etwa durch das Wasser gehen, dessen Leitungsvermögen durch schlechter leitende Substanzen hin und wieder geschwächt ist — Erschütterungen und Zuckungen, das thun die Erdbeben im Großen, wenn sie mit verheerender Gewalt über ganze, große Länderstriche sich verbreiten. Jene elektrische Spannung, welche zwischen dem Luftkreis und der Erdoberfläche ohne Aufhören, wenn auch in ungleichem Grade der Stärke bestehet, löst sich nicht immer in

solchen gewaltsamen Entladungen auf, dergleichen die Gewitter sind, sondern viel öfter gleicht sich dieselbe in stiller, unmerklicher Weise aus, wenn die kalte, feuchte Luft zu einem Leiter der elektrischen Strömungen von der Luft nach der Erde, wie von dieser nach jener dient. In der gleichen Weise mögen auch die elektromagnetischen und galvanischen Spannungen (allerdings ein Ausdruck, der ebenso wenig passen mag als das Wort Kieselstein für den Erdkörper), welche ohne Aufhören zwischen dem oberen und unteren Gefüge der Erdveste, so wie zwischen den einzelnen Ablagerungen derselben stattfinden, großentheils durch ein stilles unmerkliches Ueberströmen, fern abwärts von der Oberfläche des Planeten sich ausgleichen und nur unter gewissen Umständen die Erscheinungen der allgemeineren, weit verbreiteten Erdbeben bewirken.

Auch die Ausbrüche der Vulkane sind häufig von Erdbeben, von Zerreißungen, von Senkungen und Erhebungen des Bodens begleitet; doch gehen diese Erschütterungen für sich allein nur sehr selten über weite Erdtheile hinüber: insgemein bleiben sie auf der Insel oder dem Landstrich, in welcher der Vulkan steht, ja auf die Nachbarschaft desselben beschränkt. Da, wo vorher Meer oder ebenes Land war, sieht man kleine Inseln oder Bergkegel sich erheben, welche von den ausgeworfenen Gesteinen wie von geschmolzenen Lavamassen, zuweilen auch von schlammartigen Ergüssen, mit Asche untermischt, gebildet sind. An den Gesteinen ist häufig die Art und das Gefüge der Felsmassen noch zu erkennen, von denen sie durch die Gewalt des Feuers losgerissen wurden; von den Laven, den eigentlichen, besondern Erzeugnissen der Vulkane, gilt im Allgemeinen das, was wir im zweiten Theil S. 59 von dem Glas und den Glasflüssen sagten: sie sind nicht krystallinisch, sondern gestaltlos oder amorph.

6. Alles aus Dampf?

In unsern Tagen, wo so Vieles durch den Dampf ausgerichtet und bewegt wird, und viele Tausende von Menschen auf nichts Anderes sinnen und speculiren als auf Dampf, sind auch etliche Gelehrte auf den Einfall gekommen, dem Schöpfer aller Dinge auf den unerforschten Wegen seiner Allmacht durch Dampf nachzufahren. Sie haben sich für die Weise des Entstehens des ganzen Weltgebäudes und namentlich der Erde ein sonderbares, jedoch nicht gereimtes, sondern ungereimtes Gedicht ersonnen, dessen wir hier nur mit wenig Worten gedenken wollen. Ein glühend heißer Dampf, oder ein glühendes Bruchstück, das aus der Sonne (die doch nach dem ersten Theil S. 8 selber keineswegs eine Ofenfeuermasse ist) ausgeschleudert worden, von Dampf umgeben, schwebte an der Stelle des Weltenraumes, da jetzt die Erde steht, und beschrieb auch, dem Zuge der allgemeinen Schwere folgend, schon eine Bahn um die Sonne. Nach Millionen von Jahrtausenden konnte ein solcher heißer Dampf, jenem Gedicht zu Folge, so weit sich abkühlen, daß er zuerst in tropfbar flüssigen, dann in festen Zustand überging, und so allmälig eine Rinde um den noch immerfort feuerflüssigen, glühend heißen Kern bildete. Zuletzt war die Rinde so weit abgekühlt, daß (im Sinn jenes Gedichtes) Pflanzen, Thiere und selbst der Mensch gleich dem Schimmel auf feuchtem Brod oder gleich den Pilzen und Schwämmen aus dem Boden hervorwachsen konnten; es gab jetzt auch Wasser in Ueberfluß. Aber die Gluthhitze des Erdinnern hörte noch nicht auf, in ihrer Art ausdehnend und sich Luft machend auf die feste Rinde hin einzuwirken, in deren Banden sie geschlossen war. Wie aus einer siedenden Masse von Schwefel und Pech Blasen sich aufwerfen, so stiegen durch die obersten Lagen der Erdoberfläche, welche aus dem Gewässer sich niedergeschlagen hatten, feuerflüssige, geschmolzene Mas-

sen herauf, welche die Hochrücken und fortlaufenden Züge der Gebirge bildeten, und bei dieser Gelegenheit die schon gestalteten Gebirgslagen so zerrißen und zum Theil durch einander stürzten, daß das Geradliegende schief, ja das Oberste zu unterst zu stehen kam. Dieß geschah nicht nur einmal, sondern in dem Zeitraum der Tausende von Jahrtausenden, über welche das Dampfgedicht zu disponiren hat, gar viele Male; und da von einem Male zum andern auch die geschmolzenen Massen, die den vorhergehenden Durchbruch gemacht hatten, indeß starr und fest geworden, und zum Theil von neuen Niederschlägen bedeckt waren, mußten auch sie es sich gefallen lassen, hin und wieder durch das abermalige Hervordringen feuerflüssiger Ströme in Unordnung und Verwirrung gebracht zu werden. So ging es allerdings bei einer solchen Schöpfung ohne Schöpfer gar bunt, und nicht sonderlich in der Ordnung her.

Allerdings ist es diesem Dampfgedicht gelungen, das, was gerade war, schief, und das Oberste zu unterst zu stellen. Gerade die Gebirge, welche man mit vollem Rechte als die ältest vorhandene Grundlage aller andern betrachten kann, und welche deßhalb den Namen der Ur- oder Grundgebirge führen, sie, an denen sich durch und durch das regelmäßigste krystallinische Gefüge und ein wundervoll gesetzmäßiger Verlauf ihrer Verkettungen zeigt, sie, welche allen jüngeren Gebirgen die Ordnung ihrer Erhebungen und Senkungen und eine feste Richtung ihrer Ablagerungen gaben, sollen jünger als die jüngsten, sollen der Grund aller (meist nur vermeintlichen) Unordnungen und Zerstörungen der Erdveste seyn. Wir wollen in den nachstehenden Capiteln nur ganz kurz das anführen, was sich gegen die Ansicht von einem solchen Schöpfungsdampfe sagen läßt.

7. Vorläufige Bemerkungen über das Urgebirge.

Eine genauere Betrachtung und Beschreibung der Gebirgsarten der Erdveste, so wie der einzelnen Steinarten, aus denen viele von ihnen zusammengesetzt sind, gehört noch nicht hieher, sondern in das Gebiet der Naturgeschichte, mit welcher wir uns bei einer andern Gelegenheit beschäftigen wollen. Doch müssen wir vorläufig einige Züge aus der Naturgeschichte des Steinreiches hier herüber nehmen, um uns über den Hauptgegenstand der dießmaligen Betrachtung verständlich zu machen.

Man pflegt wohl schon im Allgemeinen Urgebirge und Flötzgebirge so zu unterscheiden, daß die letzteren, die Flötzgebirge, mehr oder minder deutliche Niederschläge und Ablagerungen aus dem Gewässer sind, wie sie denn auch häufig Ueberreste von Wasserthieren und von solchen Gewächsen enthalten, die im Wasser leben und gedeihen. Dagegen sind die vollkommenen Urgebirge krystallinische Gebilde von solchen Steinarten, welche großentheils nicht im Wasser aufgelöst seyn konnten, und in denen sich keine Spuren von lebenden, organischen Wesen finden, wie denn überhaupt die Wirksamkeit der Lebenskraft und die der krystallinischen Gestaltung sich gegenseitig ausschließen, so daß ein krystallinischer Stoff niemals als Nahrung in einen lebenden Körper aufgenommen, niemals diesem zu seinem Wachsthum angeeignet werden kann, wenn er nicht vorher formlos oder amorph geworden ist, so wie umgekehrt mit dem Beginn der krystallinischen Gestaltung die Macht der Lebenskraft über die Stoffe alsbald zu wirken aufhört.

Eine Hauptform des Urgebirges ist der Granit. Diese ausgezeichnete krystallinische Felsart ist im Allgemeinen aus drei Steinarten, aus Feldspath, Quarz und aus dem fast metallartig glänzenden, in zarte Blättchen theilbaren Glimmer gebildet, und diese drei

wesentlichen Bildungsglieder des Granits liegen nicht streifen- oder lagenweise über einander, sondern treten in ziemlich regelmäßiger, sich gleich bleibender Vertheilung neben einander auf. Im Kleinen wie im Großen erscheint der Granit als ein architektonisch schön vollendetes Werk des Bildungstriebes der Natur, denn auch in seinen Felsmassen zeigen sich rundkugliche, regelmäßig um einen festeren Kern geschlossene Partieen, die sich in einer dem Menschenauge wohlgefälligen Form zusammen ordnen. Wäre der Granit aus einem feuerflüssigen, geschmolzenen Zustand in seinen jetzigen starren und festen übergegangen, dann könnte, bis in die kleinsten Theile hinein, seine Gestaltung nicht dieselbe seyn, welche sie wirklich ist. Drei verschiedenartige chemische Verbindungen des ersten bis dritten Grades (nach C. 58), Quarz, Feldspath und Glimmer, müßte man sich als gleichzeitig in einem Fluß durch die Schmelzhitze begriffen denken. Der Quarz erfordert unter diesen dreien den höchsten Grad der Hitze, um zum Fließen zu kommen; nächst ihm einen ungleich geringeren der Feldspath; den niedersten verhältnißmäßig der Glimmer. Jenes Element, das den höchsten Hitzgrad nöthig hat, um zu schmelzen, wird auch bei der mindesten Abkühlung wieder fest und starr; das leichtest schmelzbare bleibt auch zugleich beim allmäligen Erkalten am längsten flüssig. Das zuerst erstarrende wird sich deßhalb, weil es dabei zugleich an Eigengewicht zunimmt, wenn dieses ohnehin bei den verschiedenen Elementen der Gesammtmischung nicht zu sehr verschieden ist, zuerst zu Boden senken und die unterste Lage der Masse bilden, nächst ihm wird sich das etwas minder leicht fließende Element niederschlagen, und zuletzt, als oberster Ansatz, muß sich das leichtflüssigste auflegen. Nach diesem, jedem Schmelzer von Gemischflüssen wohlbekannten Verlaufe müßten sich auch beim Granit, wenn dieser aus einem feuerflüssigen, geschmolzenen Zustand in seinen jetzigen übergegangen wäre, die drei wesent-

wesentlichen Gemengtheile so angeordnet finden, daß zu unterst der strengflüssige Quarz läge, dann folgte die Ablagerung des Feldspathes und zuletzt, am meisten nach oben, die Massen des, verhältnißmäßig am leichtesten schmelzbaren Glimmers. Auch würden und müßten sich, wenn der Granit eine Art von vulkanischer Lava wäre, in seinen Massen unfehlbar hin und wieder verglaste Partieen finden, was aber nirgends der Fall ist.

Was vom Granit hier gesagt wurde, das gilt in weiter, allgemeiner Ausdehnung für alle Urgebirgsarten, deren Hauptcharakter eben in der krystallinischen Beschaffenheit besteht. Es muß ein anderer Zustand gewesen seyn, aus dem sie in ihre jetzige feste, durch und durch regelmäßig gebildete Form heraustraten, als der des Flüssigseyns durch die Gluthhitze, welche immer und überall beim allmähligen oder schnellen Erkalten der Gesammtmasse eine Anordnung ihrer Gemengtheile begründet haben würde, die mit der Schmelzbarkeit derselben im Verhältniß gestanden wäre. Welcher Zustand könnte aber im Allgemeinen wie im Besondern der wahrscheinlichste Vorgänger der regelmäßigen Gestaltung, oder der Krystallisation gewesen seyn, als jener amorphe, der, wie wir im 59. Cap. des zweiten Theils sahen, allenthalben da seyn muß, wenn der Bildungstrieb sowohl in dem Reiche der unorganischen Körperwelt, als in dem der organischen und beseelten seine Schöpfungen beginnen und vollführen soll.

Ein deutscher Naturforscher, J. N. Fuchs, hat es auf eine gründliche Weise anschaulich gemacht, daß vor allem die krystallinisch gestalteten Urgebirge, daß aber überhaupt die Grundlagen der uns bekannten Erdveste vor ihrer jetzigen Gestaltung weder reine feuerflüssige, geschmolzene Masse noch auch eine eigentliche Auflösung im Wasser gewesen seyn können, sondern daß sie nur, durchdrungen vom Wasser, gestaltlos, eben hierdurch aber für jeden gestaltenden Einfluß anregbar und empfäng-

lich sich vorgefunden haben könnten, als die Schöpfermacht, welche das Land vom Gewässer schied, sie anregte. Schon im Kleinen bemerkt man, daß, wenn gestaltlose (amorphe) Massen plötzlich sich krystallisiren, diese Verwandlung von Lichterscheinungen begleitet ist; und so gibt uns selbst die Naturlehre ein Verständniß der Worte des dritten Verses im ersten Buch Mosis, mit denen die Geschichte der Schöpfung beginnt: Und Gott sprach: es werde Licht! und es ward Licht; so wie sich aus dem Anblick der schon bei dem Urgebirge bemerkbaren Aufeinanderfolge der deutlichen und undeutlichen krystallinischen Gesammtmassen ein Wechsel zwischen jener Anregung, welche regelmäßige Gestaltung und zugleich ein Aufflammen von Licht gab, erkennen läßt.

8. Vorläufige Bemerkungen über die Flötzgebirge.

Die vorherrschende Hauptmasse der Flötzgebirge bestehet aus Kalk uud zwar aus solchem, der mit der Kohlensäure verbunden ist. Wie wir oben im zweiten Theil Cap. 40 sahen, ist die aufnehmende Empfänglichkeit der Kalkerde gegen die Kohlensäure so groß, daß jene, auch wenn sie bereits durch ein Mischungsgewicht von dieser gesättigt ist, noch, sobald sich ihr dazu die Gelegenheit darbietet, ein zweites Mischungsgewicht Kohlensäure zu sich nimmt und hierdurch zum übersauren kohlensauren Kalk wird. In dieser Form ist die Kalkerde im Wasser vollkommen auflösbar; sie hört aber auf, dieß zu seyn, sie schlägt sich sogleich als Bodensatz nieder, wenn ihr das überflüssige Mischungsgewicht der Kohlensäure entzogen wird. Eine solche Entziehung jenes Ueberschusses wird namentlich durch die Wärme bewirkt; läßt man diese auf eine vollkommene Auflösung des übersauren kohlensauren Kalkes einwirken, dann entbindet sich ein Mischungsgewicht der Kohlensäure und entweicht in Luftform, das andere bleibt mit der Kalkerde ver-

bunden und schlägt sich mit ihr nieder (zweiter Theil Cap. 40).

Daß die Kalkgebirge durch Niederschlag entstanden sind, daß mithin ihre Masse im Gewässer aufgelöst gewesen seyn müsse, lehrt uns jeder aufmerksame Blick auf dieselben. Sie konnten dieß aber nicht seyn, wenn sie nicht vorher mit einem Ueberschuß von Kohlensäure vereint gewesen wären. Der Uebergang der Urgebirgsmassen aus dem ausgedehnteren, gestaltlosen Zustand in den ungleich enger zusammengezogenen krystallinischen war nicht nur, nach dem vorhergehenden Kapitel, mit Lichterscheinung verbunden, sondern er mußte nach Theil II., Cap. 22 auch eine bedeutende Wärmeentwicklung zur Folge haben. Hierdurch trat eine ungeheure Menge der Kohlensäure in Luftform aus dem Gewässer hervor; sie bildete einen Dunstkreis um den Körper des Planeten, und ihre Zersetzung durch innere Polarisation konnte auf der einen Seite die unermeßlichen Ablagerungen des Kohlenstoffes in den Steinkohlenlagern, auf der andern das Freiwerden des Sauerstoffgases und die Gestaltung des jetzigen Luftkreises zur Folge haben.

Wenn der kohlensaure Kalk durch den Verlust seines überschüssigen Mischungsgewichtes der Kohlensäure im Wasser unauflöslich wird, und sich deßhalb in diesem zu Boden senkt, dann ist der Niederschlag, den er bildet, anfangs keineswegs krystallinisch, sondern gestaltlos (nach Theil II. Cap. 59). In diesem Zustand stellt er sich als eine sehr voluminöse, schleimartige Masse dar, die sich, wie unsere Beobachtung selbst nach kleinem Maaßstab dieß bezeugt, eine Zeitlang in diesem Zustand als weicher Bodensatz erhält, allmählig aber, durch die eigenen, ihr inwohnenden Kräfte der Anziehung, in krystallinischen Zustand übergeht, wobei sie in einen ungleich kleineren Raum sich zusammenzieht.

Daß auch im Großen, beim Entstehen unsrer Flötz-Kalkgebirge derselbe Verlauf der Formenwandlung stattgefunden haben müsse, daß auch diese zuerst einen gestalt-

losen, halbweichen Niederschlag am Boden des Urgewässers der Erde bildeten, ehe sie ihr jetziges krystallinisches Gefüge annahmen, das lehrt uns eine aufmerksame Beobachtung derselben. Auch in den Kalkgebirgsmassen, wie in den Urgebirgen, findet sich eine Menge von fremdartigen, meist kieslichen Steinarten eingeschlossen und krystallinisch entwickelt; dabei Thon, zum Theil in gleichmäßiger Vertheilung, was unverkennbar darauf hindeutet, daß damals, als solche Bildungen durch Anziehung ihrer in der Masse zerstreuten Theilchen sich erzeugten, diese Hauptmasse noch nicht als krystallinisch festes, abgeschlossenes Gestein vorhanden seyn konnte.

Eine nothwendige Folge all dieser großartigen Formenwandlungen der Gebirgsarten-Elemente aus dem umfangsreicheren gestaltlosen in den krystallinischen Zustand war jene gruppirte Anordnung in einzelne Höhenzüge, in Berge und Felsen, welche durch Thäler und Klüfte von einander geschieden und gesondert sind. Was uns, wie wir bereits erwähnten, schon ein Tropfen salziger Auflösungen, den wir auf eine Fläche aufstrichen, bei der Beobachtung unter dem Sonnenmikroskop zeigt, was die gefrierenden Dünste an unsren Fensterscheiben uns abbildlich vor Augen stellen, das hat sich in unermeßbar großem Umfange bei der Gestaltung der Erdveste kund gethan, als diese nicht nur in ihren einzelnen Partieen, sondern in ihrem Ganzen durch eine nach Gesetz und Ordnung waltende Schöpfermacht ihre bleibende Form erhielt. Mit und neben den Erhöhungen waren zugleich die Tiefen entstanden, in denen das Gewässer sich sammelte und seinen Verlauf nahm: Festland und Meer waren begründet.

9. Die Ablagerungen der Kohle.

An unsren, in einer viel späteren Zeit der Erdbildung entstandenen Braunkohlen, namentlich an dem bituminösen Holz, erkennt man freilich in unwidersprechlicher Weise, daß sie, wenigstens großentheils, aus schon

gebildeten Pflanzen, aus Bäumen und Baumstücken, Sträuchern und Kräutern gebildet worden sind, welche unter dem Druck der aufgelagerten Gebirgsmassen und durch andere chemische Einflüsse in einen Zustand der Verkohlung übergingen. Dieses ist aber keineswegs so der Fall bei den eigentlichen Stein- oder Schwarzkohlen, welche sich in so ungeheurer Menge in den Gebirgslagern finden, daß, wenn man alle Wälder, die es auf Erden gibt, zu Kohlen brennen könnte, dieß noch bei weitem nicht so viel Stoff geben würde, als nur in den Steinkohlenlagern manches einzelnen Länderstriches, z. B. einer oder etlicher Provinzen des chinesischen Reiches, enthalten ist. Man sieht sich dadurch so wie durch die Beschaffenheit und die Naturverhältnisse der Steinkohlen zu der gewiß richtigen Annahme genöthigt, daß der Kohlenstoff der Steinkohlenlager eben so gut eine ursprüngliche Ablagerung nach chemischem Naturgesetz sey, als die des Graphits oder Reisbleies im Urgebirge: eine Ablagerung des Kohlenstoffes in formlosem (amorphen) Zustand. Bei der Zersetzung der Kohlensäure in ihre beiden Grundstoffe, den Kohlen- und Sauerstoff, mußte freilich eine polarisirende Naturkraft thätig gewesen seyn, von welcher uns die Wirksamkeit unsrer Voltaischen Säulen nur ein schwaches Abbild gewährt. Und daß ein solcher, Gegensätze hervorrufender, polarisirender Einfluß während der Bildung der Steinkohlenflötze gewaltet habe, dieß lehrt uns namentlich auch die regelmäßige Abwechslung derselben mit Sandstein, Schieferthon und andern besondern Lagern, die sich da, wo mehrere, zuweilen gegen 100 solche Flötze etagenweise über einander gelagert sind, immer zwischen den einzelnen Kohlenlagern wieder einfinden, so daß ein solches Gebirge schon für sich selber an die regelmäßig polarische Aufeinanderlage und Anordnung der Platten einer Voltaischen Säule erinnert.

Aber noch ein ganz anderer Einfluß, von unvergleichbar anderer Art als der unserer physikalischen und

chemischen Apparate, muß sich gleichzeitig mit jenem polarisirenden geregt haben: dieß ist jener schöpferische, welcher dem Stoff eine inwohnende, selbstständig wirkende Seele gab. Mit den Bildungen der Steinkohlenlager nahm gleichzeitig die Schöpfung des Pflanzenreiches ihren Anfang, dessen Haupt-Lebenselement und Nahrung der Kohlenstoff ist. In den Schichten des Schieferthones und der andern Bergarten, welche die Zwischenlager zwischen den einzelnen Etagen oder Flötzen des Steinkohlengebirges bilden, finden wir häufige Abdrücke und Ueberreste von Pflanzen, deren verwandte Formen noch jetzt, obwohl meist nur in wärmeren Ländern, an wasserreichen Orten wachsen und gedeihen, und zwischen ihnen hin und wieder die Reste einer Thierwelt des Gewässers, welche an innerer Vollkommenheit nur wenig über das Pflanzenreich sich erhebt.

10. Die Frühlingstage der Schöpfung.

Wenn im Frühling unsere Bäume aus dem langen Todtenschlaf des Winters zum neuen Leben erwachen, dann sieht man allenthalben an ihnen nur Blüthen, keine Früchte noch Samen. Die Blüthen sind nur Vorläufer und Grundlagen solcher Theile, in denen der fruchtbare Keim sich entwickelt, der die Art seines Stammes auf künftige Zeiten, künftige Jahrhunderte, ja Jahrtausende, immer in der gleichen Gestalt und Form fortpflanzt, und von einer Zeugung zur andern fortbestehend erhält. Tausende von Blüthen brechen aus den Zweigen eines und desselben Baumstammes hervor; und vielleicht nur wenige Hunderte entwickeln sich zu reifen, vollkommenen Früchten, in denen ein Keim gefunden wird, aus welchem die Gestalt der Mutterpflanze wieder neu hervorgehen kann.

Es ist wohl Keiner unter uns, der nicht in und aus einem Kalkgebirge seiner heimathlichen Nachbarschaft Ueberreste, oder sogenannte Versteinerungen von Thierarten sollte gesehen haben, die zum Theil zwar

eine Aehnlichkeit mit den Muscheln und Schnecken, so wie mit den Fischen, an sich tragen, welche noch zu unsrer Zeit im Meer und in den Landgewässern leben, zum Theil aber auch sehr auffallend von all den jetzigen, bekannten Formen abweichen. Die Belemniten (in der Volkssprache Fingersteine genannt, weil sie fast die Gestalt eines Menschenfingers, ohne Nagel, haben) gehören unter diese seltsamen von den jetzt lebenden ganz abweichenden Formen; und auch die Ammoniten, oder sogenannten versteinerten Ammonshörner, gleichen nur von ferne einigen jener Schneckenarten des indischen Meeres, deren Gehäuse in seinem Innern in viele Kammern getheilt ist, und darin ein Thier lebt, mit langen Fangarmen, die um den Kopf herumgestellt sind (eine Art der sogenannten Tintenfische). Wenn man aber auch selbst solche thierische Ueberreste und Versteinerungen, welche scheinbar die größeste Aehnlichkeit mit den jetzt auf Erden lebenden haben, recht genau betrachtet und vergleicht, dann überzeugt man sich daß sie zwar den Hauptcharakter der noch fortbestehenden Familien und Geschlechter an sich tragen, daß sie aber dennoch nicht ganz von derselben Art sind. Ja, was noch mehr überraschen muß, die verschiedenen, auf einander folgenden Ablagerungen (Formationen) des Kalksteingebirges, denn dieses ist unter allen Gebirgsarten am reichsten an thierischen Versteinerungen, führen fast eine jegliche ihre eigenthümlichen Thierformen in sich. Vergleicht man nämlich die Versteinerungen unter einander, die man aus einer und derselben Gegend, von einem und demselben Kalkgebirge aus Ablagerungen des jetzt krystallinischen Gesteins gesammelt hat, deren Gränzen so nahe in einander verlaufen, daß man sie dennoch, gleichsam wie Stunden eines Tages, im Ganzen zu einer und derselben Gebirgsbildung zählen muß, dann wird man nicht wenig überrascht von der großen Verschiedenheit, die man zwischen jenen Versteinerungen findet. Es ergeht uns, indem wir mit unsern Forschungen aus

dem einen, wohlbekannten Revier der versteinerungsführenden Ablagerungen in ein nächst darauf folgendes übergehen, öfters so, wie es einem Naturforscher ergehen würde, wenn er sich plötzlich von den Ufern der Ostsee an die des rothen Meeres, und von diesen an die des mexikanischen Meerbusens versetzen könnte. Ein solcher fände an jedem der eben genannten Punkte andere Seeschnecken und Muscheln; die Arten am rothen Meere sind andere als die am Busen von Mexico; und wenn sich auch an diesen beiden Orten hin und wieder ein und dasselbe Schalengehäuse fände, das solchen aus der Ostsee ganz nahe stände, würden sich dennoch meist Züge der Unterscheidung daran zeigen; im Allgemeinen aber gäbe es dort wie da eine solche Ueberzahl von ganz eigenthümlichen Geschlechtern und Familien, die nur dieser einen, nicht den beiden andern Meeresgegenden zugehörten.

In unsrer jetzigen Weltzeit hat auf solche Verschiedenheiten der Formen, sowohl der Pflanzen als der Thiere, das Klima, welches von der Stellung einer Erdgegend gegen die Sonne abhängt, den entschiedensten Einfluß. Wenn man, von Norden nach Süden reist, da sieht man, wie sich allmählig die Pflanzenwelt und ein großer Theil der Thierwelt verändert; Arten, die man auf den nordischen Wiesen fand, verschwinden, und es treten andere an ihrer Stelle auf; zuletzt sieht man sich von ganz neuen Formen der lebendigen Wesen umgeben; und wenn sich hin und wieder noch eine solche darunter zeigt, die man für eine unserer vaterländischen Arten halten möchte, da ergibt sich dennoch großentheils bei recht genauem Vergleich, daß zwischen jenen und den unsrigen nur eine große Aehnlichkeit, nicht völlige Uebereinstimmung, statt habe. Etwas ganz anderes ergibt sich, wenn man das Vorkommen der verschiedenen Thierformen in den Ablagerungen der vorhin erwähnten Flötzgebirge betrachtet. Auf das Wachsen und Gedeihen von diesen kann das Klima, kann die Stellung

der Sonne bei ihrem scheinbaren Jahreslauf keinen Einfluß gehabt haben, denn so wie man unter den Gebirgsbildungen der entferntesten Weltgegenden eine große Uebereinstimmung bemerkt, so daß nicht nur der Granit, der Porphyr, der Thonschiefer, sondern auch die einzelnen Ablagerungen der Kalke, der Sandsteine, der Steinkohlen auf beiden Halbkugeln, in heißen wie in kalten Ländern, gefunden werden, so hat man auch beobachtet, daß die Versteinerungen, welche in einer und derselben Formation vorkommen, sich fast durchgängig gleich bleiben, sie mögen in Rußland oder in Frankreich, in Südamerika oder in Neuholland gesammelt worden seyn. Gleich als hätte es damals auf der Erde einen von keiner Sonne abhängigen, einen selbstständigen Quell der Wärme und des Lichtes gegeben, hat sich in derselben Stunde des dritten Schöpfungstages, da das feste Gebäu der Erdrinde gebildet ward, in der Nachbarschaft des jetzigen Eismeeres eben so wie in den Gegenden zwischen den Wendekreisen, auf welche die glühend heißen Strahlen einer senkrecht stehenden Sonne fallen, das Leben in den gleichen Formen der Thiere und Pflanzen geregt. Oefters liegen Erdstriche von vielen hundert Meilen zwischen dem einen Punkte, an welchem eine gewisse Gebirgsformation auftritt, und dem andern, wo dieselbe abermals zum Vorschein kommt; und sobald dieses geschieht, finden sich in ihr auch wieder die Ueberreste derselben lebendigen Wesen ein, an deren Stelle in der nächst darauf folgenden Ablagerung andere Formen treten, welche eben so in Europa wie an der Magellansstraße eine abermalige Uebereinstimmung zeigen.

Die Niederschläge aus dem Gewässer eines vormaligen Urmeeres müssen sich in einer gewissen Aufeinanderfolge der Zeit, für welche uns allerdings das genaue Maaß fehlt, gebildet haben, so daß die untersten zuerst, die mittlern und obern später und zuletzt sich ablagerten. Wenn man nun zunächst nur den Umstand beachtete, daß in den folgenden, jüngern Lagern so oft eine

neue Welt der organischen Wesen auftritt, während die ältere der vorhergehenden Ablagerung fast ganz verschwindet, da war es leicht begreiflich, daß manche unsrer neueren Naturforscher auf den Gedanken kamen, daß es mehr wie eine, ja daß es eine ganze Menge von Schöpfungen gegeben habe, indem die lebendigen Wesen, welche die eine Schöpfung hervorgerufen hatte, von der Erde ganz vertilgt und ausgerottet worden, und vielleicht nach Hunderten von Jahrtausenden immer wieder andere gekommen wären. Ein Freund und Forscher der Natur, der zugleich ein gläubiger Forscher der heiligen Schrift ist, Andreas Wagner, hat in einem Buche, das ich Jedem, welcher sich über den großen Gegenstand der Schöpfungsgeschichte gründlicher belehren will, zum Lesen anempfehlen möchte*), jene so wie viele andere seichte und irrige Ansichten hinweg zu räumen gesucht, aus denen manche heutige Gelehrte die Wahrheit der heiligen Schrift verdächtig und zu nichte machen wollten. Die Wesen, von denen wir die Versteinerungen und Knochenüberreste in den Ablagerungen der sogenannten Uebergangs- und Flötzgebirge finden, gehörten den von der Macht des Schöpfers zur Gestaltung angeregten Massen dieser Ablagerungen eben so eigenthümlich und ausschließend an, als die Eingeweidewürmer und andere Wesen dieser Art, die sich im Innern eines noch von einer ganz andern, allgemeineren Kraft der Gestaltung angeregten Thier- oder Menschenleibes erzeugen; ihr Entstehen fällt in jene Weltperiode, welche in der heiligen Urkunde 1 Mos. 1. V. 9 und 10 als das Werk der ersten Hälfte des dritten Schöpfungstages: da Gebirgsvesten und Meere sich schieden, bezeichnet wird. Diese Pflanzen- und Thierwelt, gleichsam eines Erdinnern, ist nicht mit der

*) Der Titel des Buches heißt: Geschichte der Urwelt, mit besonderer Berücksichtigung der Menschenraßen und des Mosaischen Schöpfungsberichtes. Leipzig 1845.

eines vorherrschend Erdäußern zu verwechseln, welche nun bald unter den Einfluß des Sonnenlichtes, unter den Wechsel der Jahre und gewöhnlichen Tage gestellt werden sollte und für diesen gemacht war, und welche die heilige Urkunde 1 Mos. 1 V. 11 und 12 als solche bezeichnet „die sich besaamten und Frucht trugen und ihren eigenen Saamen bei sich selbst trugen,“ „oder denen nach V. 22 der Segen ertheilt war,“ „fruchtbar zu seyn und sich zu mehren.“ Jene (Blüthen des Frühlingstages der Schöpfung) bestanden ihren Zeitlauf hindurch, dessen Länge nach jetziger Erdenzeit wir nicht kennen; sie erhielten auch wohl ihr Geschlecht während jenes Zeitlaufes; sie vergingen aber und verschwanden, als der tragende Mutterleib, in dem sie zum Daseyn gerufen waren, bei seinem krystallinischen Festwerden und Erstarren aufhörte, für ihr Gedeihen förderlich zu seyn.

Uebrigens lehren uns schon die Erscheinungen, die wir an den Polen einer Volta'schen Säule beobachten, daß selbst ein sinnlich wahrnehmbarer Stoff, wenn er, wie oben erwähnt, an dem einen Punkte aus unsern Augen entschwand, darum nicht ganz hinweggekommen und vergangen sey; denn er kommt auf einmal an einem ganz anderen Punkte wieder zum Vorschein. Noch viel mehr dürfen wir dieses von der bildenden und belebenden Kraft einer Seele, die im thierischen Leibe oder in der Pflanze waltete, erwarten; die Entwicklung der Formen, die in der jetzigen Natur von der Raupe zur Puppe, von dieser zur Gestalt des geflügelten Insects verläuft, muß auch schon in der Häutung mehrere Momente der Ohnmacht, ja des scheinbaren Todes durchlaufen, ehe sie zu der Reife ihrer Form gelangt, worinnen diese zur dauernden Fortpflanzung ihrer Art geschickt wird. So mag auch das Auftreten der scheinbar neuen Formen nach dem Verschwinden der alten nur eine Verschiedenheit der Entwicklungsstufen einer und derselben Urform gewesen seyn. Jene ganzen Zeiträume oder Tage der

Schöpfung von ihrem Beginnen bis zu ihrem Endziel, im Auftreten des Menschen, waren unfehlbar dadurch wesentlich von dem jetzigen Zustand der Dinge verschieden, daß in jenen der Weg der gewöhnlichen Erhaltung der Gattungen und Arten durch Zeugen und Gebären nicht der einzige und vorherrschende war, sondern vielmehr der Weg einer Umwandlung des todten Stoffes in ein lebendes Wesen, oder einer lebenden Form in die andre, welche nicht natürliche Zeugung, sondern Schöpfung durch eine göttliche Macht heißt. Welche auffallende Verwandlungen des Umrisses, der Farben, selbst des Verhältnisses der innern Theile gehen öfters mit den Blüthen unserer Gewächse vor, ehe das Alles, was zu ihnen gehört, dahinwelkt und abfällt; und wie bleibt sich dagegen die Frucht in ihrer allmähligen Entwicklung, von dem ersten Heraustreten aus der abgestorbenen Blüthe bis zu ihrer Vollendung und Reife, so ähnlich und gleich! So sind auch die Hauptformen der organischen Natur von da an, wo mit der Erschaffung des Menschen die Frühlingstage der Schöpfung ihr Ende nahmen, sich ungleich ähnlicher und verwandter geblieben, als sie dieß in den Werktagen der Erschaffung, vor dem ersten großen Sabbath der Erdgeschichte, waren, obwohl man selbst von den Ueberresten jener frühesten Thier- und Pflanzenwelt nichts Andres sagen kann, als daß dieselben bei all der großen Verschiedenheit in einzelnen Zügen dennoch im Ganzen an die Hauptumrisse und Grundformen des noch fortbestehenden Reiches der Lebendigen sich anschloßen. Wir wollen diese Verhältnisse und Gründe einer Wandelbarkeit und eines Festbestehens der Formen im nachstehenden Capitel noch etwas näher betrachten.

11. Die Zeiten von der Schöpfung des Menschen bis zur großen Fluth.

Alle zu gleicher Zeit auf Erden lebenden Völker und Menschen bilden, wie uns dieß die Geschichte lehrt, ein

in sich verbundenes, zusammengehöriges Ganzes; die gesammte Menschheit erscheint wie ein einiges lebendes Wesen, dessen einzelne Glieder mit ihrer Lebensthätigkeit unter einander in Beziehung stehen. Wenn irgend ein großes Ereigniß, das die Menschen anging, nahe kam, da regten sich bei allen Völkern zumal die Erwartungen und Hoffnungen, die darauf hin gerichtet waren, und es gab unter ihnen in den verschiedensten Gegenden der Erde gleichzeitige Bewegungen, durch welche der neuen, großen Entwicklung der Dinge der Weg gebahnt wurde. So geschah das namentlich um die Zeit von Christi Geburt und kurz vor derselben; das damalige Hoffen der Völker gab sich von China und Indien an bis hinauf zu den heidnischen Stämmen kund, die den Norden von Europa bewohnten. Auch bei vielen andern, wenn auch nicht so großartig folgenreichen Anlässen, namentlich in der Kunst und Wissenschaft, hat es sich gezeigt, daß eine und dieselbe Anregung die entferntesten Völker, welche nichts von einander wußten, zu gleicher Zeit ergriff; in Indien und auf Ceylon, in Deutschland und Italien erwachte auf einmal der Drang zum Erbauen der Tempel, welche der Gottesverehrung bestimmt waren.

Aber nicht allein die Menschen, sondern alle auf Erden wohnenden lebendigen Wesen bilden, wie die verschiedenen Glieder eines und desselben Leibes ein harmonisch verbundenes und zusammenstimmendes Ganzes, da ein Theil zur Ergänzung, zur Hülfe, zum Nutz und Dienst des andern vorhanden ist. Das Haupt, zu dessen Dienst und Verherrlichung zuletzt alle Glieder mittelbar oder unmittelbar da sind, ist der Mensch, mit dessen Erscheinen das Werk der Schöpfung vollendet war und der Feier des Sabbaths entgegen ging. Wie ein Baum, der nun nicht mehr Blüthen sondern die Frucht trägt, durch deren Saamen in der Fortpflanzung auf gewöhnlichem Wege die Erhaltung der Gesammtform gesichert ist, hat die Welt der Lebendigen der Erde durch das

Erschaffen jenes letzten Gliedes einen Zustand der Reife erlangt, in welchem sich ein Fortwähren ihres Wirkens nicht nur an zukünftige Zeiten sondern an die Ewigkeit, das Leibliche an die Geisterwelt anknüpft, und fortzeugend in diese hinüberragt.

In dem Schmetterling und seiner Entwicklung aus dem Ei zur Gestalt der Raupe, dann zur scheintodten Puppe, und aus dieser zu der schönen geflügelten Form haben schon die Alten ein sinnvolles Bild erkannt; eine Abspiegelung des Höheren und Geistigen im Leiblichen und Niederen. Diese Formenwandlung eines kleinen, thierischen Körpers kann uns sogar ein, wenn auch nur geringes schwaches Schattenbild der Geschichte der Schöpfung werden. Das Ei ist anfangs in seinem Innern ganz flüssig; was aus dieser Flüssigkeit zuerst gerinnt, das sind Umrisse einzelner Theile, deren künftige Bedeutung für sich allein kaum zu errathen wäre. Die Raupe tritt jetzt an das Licht und die Luft hervor; wenn man aber das Innere ihres Körperbaues von den ersten Tagen ihrer Ausgeburt bis zur Vollendung ihres Wachsthums vergleicht, da sieht man in der Gestalt und Lage dieser inneren Theile solche mächtige Veränderungen vorgehen, daß man die frühere Form auf der nächsten Entwicklungsstufe kaum wieder erkennt. Es sind ihrer Bestimmung nach, die sie für das Ganze des Körpers hatten, noch dieselben Theile geblieben, obgleich sie hin und wieder dem Auge als etwas ganz Anderes erscheinen könnten. Auch in der Puppe gehen noch solche Formenwandlungen vor sich; sobald aber in dem geflügelten Insect jene Theile zur Gestaltung gekommen sind, deren Bestimmung es ist, den jetzigen vergänglichen Moment des Daseyns an das nach seinem Maaße unvergängliche Fortwähren einer Form anzuknüpfen, die als ein Gedanke des Schöpfers aus der Ordnung des Unsichtbaren in die des sichtbaren Wesens eingetreten ist, dann hören jene innern und äußern Formenwandlungen auf. Es ist ein festbleibender Zustand eingetreten, ein

anziehender Mittelpunkt ist gefunden, der alle Gestaltungen und Bewegungen des Leibes in unveränderlichen Bahnen erhält; jeder einzelne Theil des Körpers ist in Beziehung zu diesem Mittelpunkt gesetzt, er ist nur für diesen und seine Wirksamkeit mittel- oder unmittelbar da.

Die organische Welt des Erdinnern, von welcher wir im vorhergehenden Capitel sprachen, diese Schöpfung des urflüssigen Zustandes der Elemente der Erdveste, möchte man mit dem Ei, die Welt, die noch ohne den Menschen, von der zweiten Hälfte des zweiten Schöpfungstages oder Aeons bis zum fünften auf Erden erschien, mit dem Entwicklungszustand der Raupe und Puppe vergleichen; auch in dieser Weltenzeit ist die Gestalt der Dinge noch großen Formenwandlungen unterworfen gewesen. In der jetzigen Zeit bringt der Einfluß des Klima's so wie die Pflege des Menschen etwa an unseren Gartengewächsen oder Hausthieren Abarten hervor, in denen sich, wenn sie auch noch weniger einander gleich sähen als der Kohlrabi dem Blumenkohl oder der Mopshund dem Pudel, dennoch stets noch die Gleichheit der Art erkennen läßt; sie sind alle aus einer gemeinsamen Urform hervorgegangen. Dagegen hat der schöpferisch bildende Einfluß, der in jenen alten Weltzeiten waltete, an einer und derselben Urform Verwandlungen hervorgerufen, welche sich nicht nur als eng an einander gränzende Abarten, sondern als wesentlich verschiedene Arten und Geschlechter kund geben. Zwischen den Erzeugten und ihren Erzeugern, zwischen den Formen jeder neuen Generation fand unfehlbar ein ungleich größerer Unterschied statt, als der ist, der bei dem jetzigen, feststehenden Zustand der Dinge möglich ist.

Aus diesen Zeiten der Vorwelt haben sich die Ueberreste organischer Wesen in dem sogenannten tertiären Gebirge erhalten, das großentheils durch örtliche Anschwemmungen gebildet worden ist. Unter diesen Ueberresten finden wir zwar Formen aus allen Klassen und Familien der heutigen Thierwelt, dabei aber von einer

Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit der Arten, mit der sich der jetzige Zustand der Dinge gar nicht vergleichen läßt. Viele derselben stimmen nur sehr wenig, andere aber näher und mehr mit den noch lebenden überein; und diese Annäherung wird am merklichsten in den Ueberresten jener jüngsten Ablagerung, die man wegen ihrer großen Verbreitung einer allgemeinen Fluth zuschreiben muß.

12. Die Sündfluth und ihre Folgenzeit.

Selbst von den Gipfeln des Himalayagebirges, die an Höhe alle andern Gebirge der Erde überragen, führen die stürzenden Schneelawinen und Steinfälle zuweilen große Massen eines Fluthlandes herunter, in denen die Knochen, namentlich von Säugethieren der verschiedensten Arten und Geschlechter, gefunden werden. In den weiten Ebenen von Sibirien, in den Flußthälern der verschiedensten Länder von Europa, auf den Hochgebirgen von Südamerika, in Afrika und Neuholland, wird ein Fluthland gefunden, das in seiner Art und Zusammensetzung große Uebereinstimmung zeigt. Auch die Natur so wie vor allem die heilige Schrift, mit der die alten Sagen der verschiedensten Völker der Erde übereinstimmen, bezeugen uns demnach das Vorhandengewesenseyn jenes großen, allverheerenden Ereignisses, das uns im ersten Buch Mosis als Sündfluth nach seinem ganzen Verlauf beschrieben wird. Seit dieser allgemeinen Fluth ist zwar, durch das Hindurchreissen einzelner als Seen in den Gebirgsthälern zurückgebliebener Wassermassen noch manche örtliche Veränderung entstanden; im Ganzen aber sind die Umrisse wie das Klima der Erdoberfläche dieselben geblieben.

Wenn wir vorhin den Menschen als den Mittelpunkt, als das Haupt der Gesammtwelt der Lebendigen bezeichneten, aus welchem nach allen Theilen hin die Lebensregungen ausgehen und zu dem sie zurückführen, so darf an diesem Vergleich auch jener Zug nicht übersehen wer-

den, den die Erfahrung im Kleinen uns kennen lehrt. Sobald das Centralorgan eine wesentliche Veränderung, etwa durch Krankheit erleidet, dann nehmen nach ihrem Maaße alle zu ihm gehörigen Glieder an der Veränderung Theil. Ein solches Ereigniß, welches auf den Zustand der ganzen irdischen Natur von höchstem Einfluß war, hatte sich in der Geschichte des Menschen schon vor der großen Fluth, bei dem Sündenfall zugetragen.

Bald nach der Sündfluth, in der Zeit der ersten, neuen Umgestaltung und des Wiederaufkeimens der irdischen Natur, von deren Hauptformen die Repräsentanten durch göttliche Vorsorge erhalten worden waren, ist das polarische Auseinandertreten selbst der Urform des Menschen in verschiedene Rassen, namentlich der Mongolen, der Neger, der Malayen und Amerikaner entstanden, während die kaukasische Rasse allein der Urform näher stehen blieb. Was hier die Gestaltung des Menschen traf, welche in die engsten Gränzen geschlossen ist, das wird seinen verändernden Einfluß in noch viel überwiegenderer Weise in den Gestaltungen der Thierwelt kund gegeben haben, unter denen Abarten sich erzeugen mußten, welche zum Theil in wirkliche Arten sich schieden, so daß in geringerem Maaße jene Umgestaltungen der Formen eine Zeitlang selbst nach der Fluth, sich fortsetzen mochten, welche nach Cap. 11. vor derselben stattgefunden hatten.

Die göttliche Wahrheit der heiligen Schrift bedarf unsrer Vertheidigung und Rechtfertigung nicht; diese bleibt ewig unangefochten dieselbe; die Afterweisheit der Gelehrten mag dagegen sagen, was sie will. Als etwas Erfreuliches mag es jedoch immer anerkannt werden, daß die unbefangene Naturforschung, je gründlicher, je weiter und tiefer sie in ihr Gebiet eindringt, desto mehr es anerkennen muß, daß das Buch der großen Werke Gottes, die Natur, allenthalben dasselbe bezeugt, was uns das Buch der Offenbarung sagt.

Bayerische Staatsbibliothek München

Weitere Schriften des Calwer Verlagsvereins.

Biblische Geschichten, 2 mal 52, für Schulen und Familien. 59. Aufl. Preis: in Calw einz. 12 kr., in Part. 9 kr., im Buchh. einz. 16 kr. od. 5 sgr., in Part. 12 kr. oder 4 sgr.

Biblische Geographie für Schulen und Familien, mit Abbildungen u. 1 Karte. 6. verb. Aufl. Preis: in Calw einz. 18 kr., in Part. 15 kr., im Buchh. einz. 24 kr. oder $7^1/_2$ sgr., in Part. 20 kr. oder $6^1/_2$ sgr.

Biblische Naturgeschichte für Schulen und Familien. Fünfte verm. u. verb. Aufl. Preis: in Calw einz. 18 kr., in Part. 15 kr., im Buchh. einz. 24 kr. od. $7^1/_2$ sgr., in Part. 20 kr. od. $6^1/_2$ sgr.

Biblisches Spruchbuch zum Schulgebrauch. Preis: in Calw einz. 6 kr., 25 Exempl. 2 fl., im Buchh. einz. 8 kr. od. $2^1/_2$ sgr., in Part. 6 kr. od. 2 sgr.

Chronologische Charten zum Alten und Neuen Testament, bearbeitet von C. G. Weitbrecht. 2 Bogen in großem Kartenformat. Preis: in Calw einz. 9 kr., im Buchh 12 kr. od. 4 sgr.

Gebetbüchlein für christliche Schulen. Dritte Aufl. 72 S. in 8. Preis: in Calw einz. 7 kr., in Part. 5 kr., im Buchh. einz. 8 kr od. $2^1/_2$ sgr., in Part. 6 kr. od. 2 sgr.

Geschichte von Württemberg, neu erzählt für den Bürger und Landmann. Mit 12 Abbildungen. Preis: in Calw einz. 15 kr., in Part. 12 kr., im Buchh. einz. 20 kr. in Part. 16 kr.

Handbüchlein der Weltgeschichte für Schulen und Familien. Mit Abbildungen. Zweite Aufl. Preis: in Calw einz. 18 kr., in Part. 15 kr., im Buchh. einz. 24 kr. oder $7^1/_2$ sgr., in Part. 20 kr. oder $6^1/_2$ sgr.

Christliche **Kirchengeschichte** für Schulen und Familien. Mit Abbildungen. 10. Aufl. in Calw einz. 15 kr., in Part. 12 kr., im Buchh. einz. 20 kr. od. $6^1/_2$ sgr., in Part. 16 kr. od. 5 sgr.

Erstes **Lesebuch** für Schulen. 7. Aufl. in Calw einz. 9 kr., in Part. 6 kr., im Buchh. einz. 12 kr. od. 4 sgr., in Part. 9 kr. od. 3 sgr.

Das Calwer **Rechenbuch.** I. Bdchen. 1. Abth.: Handbuch für den Lehrer der kleineren Rechenschüler. 24 kr. oder $7^1/_2$ sgr.

— — Zweite Abtheilung: Lesebuch für die kleineren Rechenschüler. 136 S. in 8. Preis: 9 kr. od. 4 sgr. Zu je 12 Ex. 1 frei.

Christliches **Schulgesangbuch** mit zweistimmigen Melodieen. 228 S. in 8. Preis: in Calw einz. 15 kr., in Part. 12 kr., im Buchh. einz. 20 kr. od. $6^1/_2$ s r, in Part. 16 kr. od. 5 sgr.

Kurze Seelenlehre, gegründet auf Schrift und Erfahrung, für Eltern, Erzieher und Lehrer zum häuslichen und Schul-Gebrauche, von C. H. Zeller. in Calw 12 kr., im Buchh. 16 kr. od. 5 sgr.

Die allgemeine **Weltgeschichte** nach biblischen Grundsätzen für nachdenksame Leser. Vierte Aufl. in Calw 21 kr., im Buchh. 28 kr. od. 9 sgr. Zu je 12 Exempl. 1 frei.

Außerdem noch mehrere Missions- und Kinderschriften laut dem besonders ausgegebenen Verzeichniß.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Die Naturlehre als kurzer Inbegriff der Sternkunde, der Physik sammt Chemie und der Lehre von der Erdbildung für Schulen und Familien

Calw 1847

Phys.g. 313 f
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131657-8